CEMENTEK
KÖTŐANYAGOK

Dr. Kausay Tibor
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Frissítve: 2017. március

3300-szoros nagyítás

KÖTŐANYAGOK VIZSGÁLATA

Kötőanyagok őrlési finomságának vizsgálata szitamódszerrel

MSZ EN 196-6:1992 Cementvizsgálati módszerek. 6. rész: Az őrlési finomság meghatározása 3. fejezet: Szitamódszer	MSZ 57:1977 Gipsz kötőanyagok 3.3 fejezet: Az őrlésfinomság vizsgálata
Vizsgálóeszközök	
Vizsgálószita A vizsgálószita nem rozsdásodó, 150-200 mm névleges átmérőjű, 40-100 mm magasságú henger alakú keretből és ***90 μm (0,09 mm)*** *lyukbőségű*, rozsdamentes acélból vagy egyéb kopásálló és nem rozsdásodó huzalból készült szitaszövetből áll. A keret alján egy szitafeneket, felső részén pedig fedőlemezt kell elhelyezni. A vizsgálószita az ISO 565 és ISO 3310-1 szabvány szerinti kell, hogy legyen.	**Vizsgálószita** A vizsgálószita *lyukbősége* ***200 μm (0,2 mm)***. A vizsgálószita az MSZ 695 szabvány szerinti kell, hogy legyen.
Mérleg A mérleg legalább 10 g méréshatárú és 10 mg (0,01 g) pontosságú legyen.	**Mérleg** 50 mg (0,05 g) pontosságú táramérleg.

	Szárítószekrény Felfűthetősége legalább 100 °C legyen.
	Hőmérő A hőmérő méréshatára 100 °C
Szitagép A szitálás esetleg szitagéppel is elvégezhető, ha annak eredménye a kézi szitálás eredményétől nem tér el.	**Szitagép** A szitálás esetleg szitagéppel is elvégezhető. Döntővizsgálat esetén kézi szitálást kell alkalmazni.
Vizsgálati minta	
A vizsgálati minta mérésenként kb. 10 g tömegű **cement**, amelyet 0,01 g pontossággal kell lemérni.	A vizsgálati minta mérésenként 50 g tömegű **gipsz**, amelyet 0,1 g pontossággal kell lemérni.
Vizsgálati eljárás	
A vizsgálandó cementmintát zárt edényben 2 percig összerázzuk, hogy az összetapadt anyagrészecskéket fellazítsuk. A mintát az edényben ezután 2 percig pihentetjük. A port tiszta, száraz pálcával óvatosan összekeverjük, hogy a finom alkotórészek a cementben egyenletesen szétoszoljanak. A szitafeneket a szita alá helyezzük. 10 g körüli mennyiségű cementet 0,01 g pontossággal lemérünk és rázás nélkül a szitára helyezzük. Az esetleg	A vizsgálandó gipszből 200 g-ot előzetesen szárítószekrényben - legfeljebb 10 mm vastagságban elterítve - (50 ± 3) °C hőmérsékleten 1 órán át kell szárítani. A kiszárított gipsz kötőanyagból 50 g tömegű vizsgálati mintát 0,1 g-ra pontosan le kell mérni, majd a szitára kell szórni, ezután kézzel, vagy szitagéppel a szitálást el kell vé[illegible] A szitálást akkor kell befejezett[illegible]

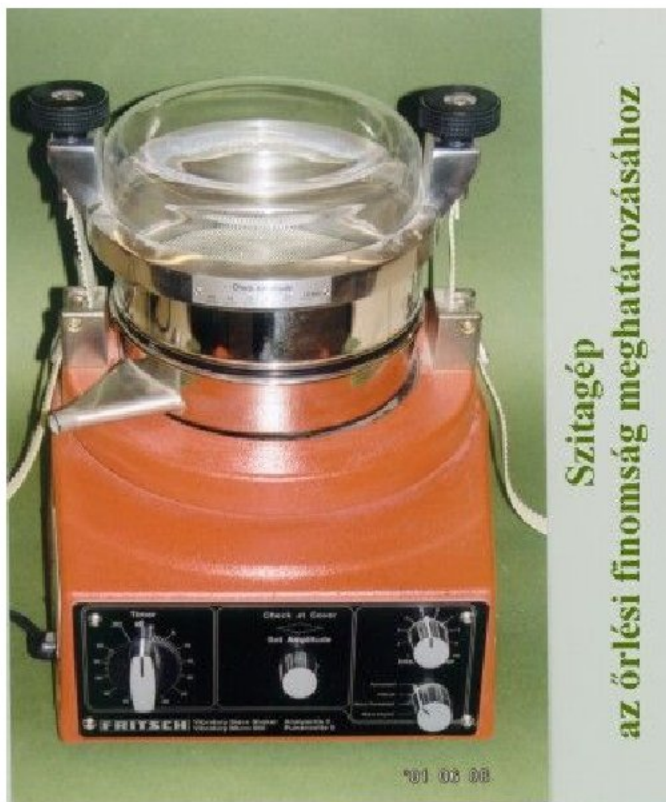
Kausay

Teljes képernyő

Teljes képernyő bezárá

összekeverjük, hogy a finom alkotórészek a cementben egyenletesen szétoszoljanak. A szitafeneket a szita alá helyezzük. 10 g körüli mennyiségű cementet 0,01 g pontossággal lemérünk és rázás nélkül a szitára helyezzük. Az esetleg előforduló csomósodásokat szétoszlatjuk. Utána felerősítjük a szitára a fedőlemezt. A szitát vízszintesen, körkörösen mozgatjuk mindaddig, amíg további részecske már nem hullik át a szitán. A szitáról levesszük a fedőlemezt, majd a szitát levesszük a szitafenékről és a szitán levő maradék cement tömegét 0,01 g pontossággal lemérjük.	kiszárított gipsz kötőanyagból 50 g tömegű vizsgálati mintát 0,1 g-ra pontosan le kell mérni, majd a szitára kell szórni, ezután kézzel, vagy szitagéppel a szitálást el kell végezni. A szitálást akkor kell befejezettnek tekinteni, ha kézi szitálás esetén 1 perc alatt a szitán 0,05 g-nál kevesebb anyag hullik át.
Vizsgálati eredmény	
A szitán fennmaradt cement tömegét a szitált vizsgálati minta teljes tömegére vonatkoztatva tömeg%-ban, 0,1% pontossággal adjuk meg. Ezt nevezzük őrlési finomságnak (őrlésfinomságnak).	A szitán fennmaradt gipsz tömegét a szitált vizsgálati minta teljes tömegére vonatkoztatva tömeg%-ban, 0,1% pontossággal adjuk meg. Ezt nevezzük őrlési finomságnak (őrlésfinomságnak).
Ismétlések száma	
A vizsgálati eljárást újabb 10 g tömegű vizsgálati mintával meg kell ismételni. Ha a két mérés vizsgálati eredménye abszolút értékben több mint 1 %-kal eltér egymástól, akkor harmadik szitálást is kell végeznünk.	A vizsgálati eljárást újabb 50 g tömegű vizsgálati mintával meg kell ismételni.

Ha a két mérés vizsgálati eredménye abszolút értékben több mint 1 %-kal eltér egymástól, akkor harmadik szitálást is kell végeznünk.	
Mértékadó vizsgálati eredmény	
Mértékadó vizsgálati eredmény az ismétlések számától függően a *két* vagy a *három* mérés vizsgálati eredményének átlaga, amelyet 0,1 tömeg% pontossággal kell kiszámítani. Az *ismételhetőség* szórása **legfeljebb** 0,2%, az *összehasonlíthatóság* szórása **legfeljebb** 0,3% lehet.	Mértékadó vizsgálati eredmény a *két* mérés vizsgálati eredményének átlaga, amelyet 0,1 tömeg% pontossággal kell kiszámítani.
Követelmény a termékekre	
Cement, MSZ EN 197-1:2000	**Gipsz kötőanyagok, MSZ 57:1977**
Lásd alább	Durva gipsz, I. jelű: legfeljebb 30 tömeg% Középfinom gipsz, II. jelű: legfeljebb 15 tömeg% Finom gipsz, III. jelű: legfeljebb 2 tömeg% szitamaradék a 0,2 mm lyukbőségű szitán.





Blaine készülék a fajlagos felület mérésére

A cement szitavizsgálati (őrlés finomság) módszerének jellemzői és a szitavizsgálat eredményére vonatkozó követelmények, illetve azok változása az idők folyamán

Vizsgálati módszer jellemzői	Vizsgálati szabvány	
	MSZ 523/2:1975	MSZ EN 196-6:1992
Szitavizsgálat (Őrlés finomság)		
Módszer	Kézi és gépi szitálás lehet.	Alapvetően kézi szitálás, de alternatívaként megengedi a gépi szitálást, ha az a kézi szitálással azonos eredményre vezet.
Szita lyukbősége	0,20 mm-es (900-as) és 0,09 mm-es (4900-as) szita	0,09 mm-es szita
Bemérendő minta tömege	Kézi szitálásnál: 100±0,1 g Gépi szitálásnál: 50±0,1 g	Kb. 10 g, amit 0,01 g pontossággal kell lemérni.
Vizsgálószita kerete	Kézi szitálásnál 21*21*(10+1) cm	Nem rozsdásodó, 150-200 mm névleges átmérőjű, 40-100 mm magasságú henger
Vizsgálati eredmény	Két szitálás eredményéből számított átlag, 0,1 tömeg% pontossággal, ha a két mérés eltérése legfeljebb 0,5 tömeg%.	Két szitálás eredményéből számított átlag, 0,1 tömeg% pontossággal, ha a két mérés eltérése legfeljebb 1,0 tömeg%. Ellenkező esetben harmadik vizsgálatot is kell végezni.

Követelmények az őrlés finomságra	Portlandcementekre vonatkozó termékszabány		
	MSZ 4702/2:**1974**	MSZ 4702/2:**1981**	MSZ 4702/2:**1997** és MSZ EN 197-1:**2000**
Szitavizsgálat során a 0,09 mm-es szitán fennmaradt mennyiség, legfeljebb	A termékszabvány a szitamaradékra nem tartalmazott követelményt.	550 pc és 450-R pc esetén 12 tömeg%; egyéb cementeknél 15 tömeg%.	A cement termékszabványok a szitamaradékra nem tartalmaznak követelményt. Az őrlési finomságot az MSZ EN 197-1:2000 cement termékszabvány a cementekre nem, csak bizonyos főalkotórész (bázikus pernye) vizsgálati feltételéül írja elő, 0,04 mm nyílású vizsgálószita alkalmazásával.
Blaine-féle	550 pc esetén	550 pc esetén	A termékszabvány a

550 pc ma: CEM I 52,5 pc
450-R pc ma: CEM I 42,5 R (rapid) pc

550 pc ma: CEM I 52,5 pc
450-R pc ma: CEM I 42,5 R (rapid) pc
350 kspc 20 ma: CEM II/A-S 32,5 kspc

mennyiség, legfeljebb		15 tömeg%.	követelményt. Az őrlési finomságot az MSZ EN 197-1:2000 cement termékszabvány a cementekre nem, csak bizonyos főalkotórész (bázikus pernye) vizsgálati feltételéül írja elő, 0,04 mm nyílású vizsgálószita alkalmazásával.
Blaine-féle fajlagos felület, m^2/kg	550 pc esetén 330-450; 450 pc esetén 260-380; 350 pc esetén 250-350;	550 pc esetén 300-420; 450-R pc esetén 280-400; 450 pc esetén 260-400; 350 kspc 20 esetén 240-350	A termékszabvány a fajlagos felületre nem tartalmaz követelményt.

Kötőanyagpépek szabványos folyósságának vizsgálata

<table>
<tr><td>MSZ EN 196-3:1990

Cementvizsgálati módszerek.

3. rész: A kötési idő és a térfogatállandóság meghatározása

5. fejezet: A szabványos folyósság vizsgálata</td><td>MSZ 57:1977

Gipsz kötőanyagok

3.4.1.-3.4.3. fejezetek: A szabványos folyósság vizsgálata</td></tr>
<tr><td colspan="2">Vizsgálóeszközök</td></tr>
<tr><td rowspan="4">E szabvány szerinti Vicat-féle tűs készülék, amelynek merülőrúdja korrózióálló fémből készült, szabályos henger alakú; hasznos hosszúsága (50±1) mm és átmérője (10±0,05) mm. A mozgó részek össztömege (300±1) g. A mozgó részek függőleges irányban érdemleges súrlódás nélkül elmozdulhatnak. Tengelyük egybe esik a merülőrúd tengelyével.

A Vicat-gyűrű, amelybe a vizsgálandó cementpépet kell helyezni, keménygumiból (esetleg fémből vagy műanyagból) készül. A Vicat-gyűrű kúpos kiképzésű, magassága (40±0,2) mm, belső átmérője felől (70±5) mm, alul (80±5) mm. A gyűrű legyen megfelelően merev.

A Vicat-készüléket a hozzá tartozó merülőrúddal a vizsgálat előtt be kell állítani; ehhez a merülőrudat le</td><td>Legalább 500 cm^3 térfogatú, korrózióálló anyagból készített tál</td></tr>
<tr><td>250 mm hosszúságú, mm beosztású vonalzó</td></tr>
<tr><td>Polírozott belső felületű, rozsdamentes fémből készült, 50 mm belső átmérőjű, 100 mm magas henger</td></tr>
<tr><td>Stopperóra</td></tr>
</table>

A Vicat-készüléket a hozzá tartozó merülőrúddal a vizsgálat előtt **be kell állítani**; ehhez a merülőrudat le kell engedni az aláhelyezett üveglapig, és a mutatót a skála nullpontjára kell állítani.	
Mérőhenger vagy **büretta**, a mért térfogatra vonatkoztatott 1 % pontossággal.	
Legalább 2,5 mm vastag és a gyűrű átmérőjénél nagyobb méretű **üveglap**	240 mm-nél nagyobb átmérőjű **üveglap**

Keverőgép, az EN 196-1:1987 szabvány 4.4. fejezete szerint. Kézi keverést csak akkor szabad alkalmazni, ha az bizonyíthatóan a gépi keveréssel megegyező vizsgálati eredményre vezet.	Háromnál több huzalhurokkal rendelkező **kézikeverő**
Mérleg, 1 g mérési pontossággal.	**Mérleg**, 1 g mérési pontossággal.
Vizsgálati minta	
A vizsgálati minta mérésenként 500 g tömegű **cement**, amelyet 1 g pontossággal kell lemérni. A próbatestek előállítására desztillált vagy ionmentesített, illetve ezekkel azonos hatású **vizet** kell használni.	A vizsgálati minta 300-350 g tömegű **gipsz**

Vizsgálati eljárás

A cementpép elkészítése

Le kell mérni 500 g cementet 1 g pontossággal. Meghatározott mennyiségű vizet - például 125 g-ot - kell a keverőtálba bemérni a mérőhengerből vagy a bürettából. A cementmennyiséget gondosan kell a vízhez hozzáadagolni, hogy a víz vagy a cement veszteségét elkerüljük A cement hozzáadásának időtartama legkevesebb 5 másodperc lehet, de a 10 másodpercet nem lépheti túl. A további időmérésekhez a cementhozzáadás befejezésének időpontját kell nulla-időpontnak tekinteni. Ezután a keverőgépet kis sebességfokozattal 90 másodperc időtartamra üzembe kell helyezni.

A 90 másodperc eltelte után a keverőgépet 15 másodpercre meg kell állítani. Ez idő alatt a keverőzónán kívül a keverőedény falára tapadt cementpépet egy erre a célra alkalmas lapátkával el kell távolítani, és vissza kell helyezni a keverékbe. Ezt követően a keverőt további 90 másodperc időtartamig kis sebességfokozattal üzemeltetni kell. A teljes keverési időtartam három perc.

A gyűrű megtöltése

Az előzőleg vékonyan bezsírozott üveg-lapra állított Vicat-gyűrűt a megkevert cementpéppel, felesleges

Kausay

A gipszpép elkészítése

Az előzőleg szövettel kitörölt tiszta tálba először a gipsz kötőanyag tulajdonságaitól függő mennyiségű vizet kell betölteni. Ezután a vízbe 2-3 másodperc alatt 300-350 g gipsz kötőanyagot kell szórni. Az anyagot a gipsz vízbe szórásának kezdő időpontjától számított 30 másodpercig a kézi keverővel kell átkeverni.

A henger megtöltése

A keverés befejezése után az előzetesen szövettel letörölt üveglap közepére helyezett tiszta hengert gipszpéppel meg kell tölteni, a felesleges mennyiséget vonalzóval le kell húzni.

Szétterülés vizsgálat

A gipsz kötőanyag vízbe szórásának kezdetétől számított 45 másodperc vagy a keverés befejezésétől számított 15 másodperc után a hengert nagyon gyorsan, függőlegesen 150-200 mm magasra kell emelni, majd oldalirányban eltávolítani.

Teljes képernyő

Teljes képernyő bezárása

A gyűrű megtöltése

Az előzőleg vékonyan bezsírozott üveg-lapra állított Vicat-gyűrűt a megkevert cementpéppel, felesleges tömörítés vagy rázás nélkül, azonnal túlcsordulásig kell tölteni. A felesleges cementpépet egy erre alkalmas egyenes élű eszközzel óvatos ide-oda mozgatással úgy kell a gyűrű felső felületéről lesimítani, hogy a gyűrűben levő cementpép sima felületű legyen.

Behatolási vizsgálat

A Vicat-gyűrűt az üveglappal együtt a cementpép lesimítása után azonnal a Vicat-készülék merülőrúdja alá, középre kell helyezni. Ezt követően a merülőrudat addig kell óvatosan leereszteni, míg a cementpép felületével érintkezésbe kerül. A rúdnak ebben a helyzetben kell 1-2 másodpercig maradnia a besüllyedésnél fellépő gyorsulásának vagy a mozgó alkatrészek jelentősebb gyorsulásának elkerülésére. Ezután a mozgó részeket hirtelen el kell engedni úgy, hogy a merülőrúd függőlegesen a cementpép közepébe süllyedjen. A behatolási vizsgálatot a cement keverőbe adagolásának befejezése (nulla idő) után 4 perccel kell elvégezni. A *besüllyedési mélységet* (a merülőrúd alsó vége és az üveglap közötti távolság) akkor kell a skálán leolvasni, amikor a merülőrúd már nem süllyed tovább a eltávolítani.

mélységét (a merülőrúd alsó vége és az üveglap közötti távolság) akkor kell a skálán leolvasni, amikor a merülőrúd már nem süllyed tovább a cementpépben, legkésőbb azonban 30 másodperc eltettével. A merülőrudat minden mérés után azonnal meg kell tisztítani.	
Vizsgálati eredmény	
A vizsgálati eredmény a merülőrúd besüllyedési mélysége, valamint a cementpép víztartalmának a cement tömegére vonatkoztatott százalékos értéke. A cementpép akkor szabványos folyósságú, ha a besüllyedési mélység (a rúd vége az üveglap felett) **(6±1) mm**.	A szétfolyt gipsz-lepény átmérőjét közvetlenül a henger felemelése után vonalzóval két egymásra merőleges irányban 5 mm-re pontosan le kell mérni, és a két mérés számtani középértékét ki kell számítani. A gipszpép akkor szabványos folyósságú, ha a szétterülő gipszpép-lepény átmérője **(180±5) mm**.
Ismétlések száma	
A méréseket különböző vízmennyiségeket tartalmazó cementpépekkel mindaddig kell ismételni, amíg a merülőrúd és az üveglap közötti távolság (6±1) mm lesz.	Ha az átmérő (180±5) mm-nél kisebb, vagy nagyobb, akkor a vizsgálatot megváltoztatott tömegű vízzel meg kell ismételni mindaddig, amíg a pép szabványos folyósságú lesz.
Mértékadó vizsgálati eredmény	
A szabványos folyósságú cementpép víztartalmának 0,5%-ra kerekített értéke a mértékadó vizsgálati eredmény.	A szabványos folyósság eléréséhez szükséges víz tömegét a gipsz tömegéhez viszonyítva, tömeg%-ban kell megadni. Ez a mértékadó vizsgálati eredmény.



Kötőanyagpépek kötési idejének vizsgálata

MSZ EN 196-3:1990 Cementvizsgálati módszerek. 3. rész: A kötési idő és a térfogatállandóság meghatározása 6. fejezet: A kötési idő meghatározása	MSZ 57:1977 Gipsz kötőanyagok 3.4.4.-3.4.6. fejezetek: A kötési idő meghatározása
Vizsgálóeszközök	
E szabvány szerinti **Vicat-féle tűs készüléknek** a szabványos folyósság vizsgálatához használt merülőrudját a *kötés kezdetének* meghatározására egy (50±1) mm hasznos hosszúságú, (1,13±0,05) mm átmérőjű henger alakú **acéltűre** kell kicserélni. (Az acéltű keresztmetszeti területe 1,0 mm^2.) A *kötés végének* meghatározására szolgáló, az előzővel azonos méretű tűt *gyűrű alakú feltéttel* kell ellátni. A mozgó részek össztömege mindig (300±1) g, ami tömeg-kiegyenlítő feltét alkalmazásával biztosítható. A mozgó részek függőleges irányban érdemleges súrlódás nélkül elmozdulhatnak. Tengelyük egybe esik a tű tengelyével.	Az MSZ EN 196-3:1990 cement vizsgálati szabvány szerinti **Vicat-féle tűs készülék**, a hozzá tartozó **acéltűvel** és **Vicat-gyűrűvel**. A Vicat-készüléket a hozzá tartozó tűvel a vizsgálat előtt **be kell állítani**; ehhez a tűt le kell engedni az aláhelyezett polírozott alátétlapig, és a mutatót a skála nullpontjára kell állítani. Teljes képernyő Teljes képernyő bezárása

A Vicat-készüléket a hozzá tartozó tűkkel a vizsgálat előtt **be kell állítani**; ehhez a tűket le kell engedni az alájuk helyezett üveglapig, és a mutatót a skála nullpontjára kell állítani. **Automatikus működésű Vicat készülék** a kötési idő meghatározásához akkor használható, ha a kézi vizsgálóeszközzel és eljárással azonos eredményt ad.	
Mérőhenger vagy **büretta**, a mért térfogatra vonatkoztatott 1 % pontossággal.	**Vonalzó**
Legalább 2,5 mm vastag és a gyűrű átmérőjénél nagyobb méretű **üveglap**	Legalább 100*100 mm méretű, korrózióálló, **polírozott alátétlap**
Keverőgép, az EN 196-1:1987 szabvány 4.4. fejezete szerint. Kézi keverést csak akkor szabad alkalmazni, ha az bizonyíthatóan a gépi keveréssel megegyező vizsgálati eredményre vezet.	Háromnál több huzalhurokkal rendelkező **kézikeverő**
Mérleg, 1 g mérési pontossággal.	**Mérleg**, 1 g mérési pontossággal.
Vizsgálati minta	
A vizsgálati minta mérésenként 500 g tömegű **cement**, (amelyet 1 g pontossággal kell lemérni,) és a szabványos folyósságú cementpépet eredményező **víz** keveréke.	A vizsgálati minta 300-350 g tömegű **gipsz** és a szabványos folyósságú gipszpépet eredményező **víz** keveréke.

Kausay

Teljes képernyő

A próbatestek előállítására desztillált vagy ionmentesített, illetve ezekkel azonos hatású **vizet** kell használni.	
Vizsgálati eljárás	
A cementpép elkészítése A cementpép összetétele a *szabványos folyósságú cementpép* összetételével azonos. A szabványos folyósságú cementpépet a szabványos folyósság vizsgálatánál leírt módon kell megkeverni. A kötési idő méréséhez a cementhozzáadás befejezésének időpontját kell nulla-időpontnak tekinteni. **A gyűrű megtöltése és tárolása** Az üveglapra helyezett Vicat-gyűrűt a megkevert szabványos folyósságú cementpéppel ugyan olyan módon kell megtölteni, mint a szabványos folyósság vizsgálatánál kellett. Az üveglapra helyezett és megtöltött Vicat-gyűrűt ezt követően, a behatolási vizsgálat kezdetéig (20±1) °C hőmérsékletű és legalább 90% relatív légnedvesség-tartalmú helyiségben vagy nedves kamrában kell tárolni.	**A gipszpép elkészítése** A *szabványos folyósságú gipszpépet* a szabványos folyósság meghatározásához alkalmazott gipszpép elkészítésével azonos módon kell elkészíteni. **A gyűrű megtöltése** Az előzetesen letörölt és ásványolajjal bekent kúpos gyűrűt a polírozott lapra kell helyezni, majd szabványos folyósságú gipszpéppel meg kell tölteni. A pépben maradt levegő eltávolítására a kúpos gyűrű alatt lévő alátétlap egyik oldalát 4-5-ször körülbelül 10 mm magasra kell emelni, majd visszaejteni. Ez után a pép fölösleget vonalzóval le kell húzni és a megtöltött gyűrűt az alátétlappal együtt a Vicat-készülék alaplapjára kell helyezni. **Behatolási vizsgálat**

Teljes képernyő
Teljes képernyő bezárása

tárolni.

Behatolási vizsgálat

A kötés kezdetének meghatározása

A megtöltött Vicat-gyűrűt az üveglappal együtt bizonyos idő elteltével a Vicat-készülék tűje alá kell helyezni. Ezt követően a tűt addig kell óvatosan leereszteni, míg a cementpép felületével érintkezésbe kerül. A tűnek ebben a helyzetben kell 1-2 másodpercig maradnia a besüllyedésnél fellépő gyorsulásának vagy a mozgó alkatrészek jelentősebb gyorsulásának elkerülésére. Ezután a mozgó részeket hirtelen el kell engedni úgy, hogy a tű függőlegesen a cementpépbe süllyedhessen.

A *besüllyedési mélységet* (a tű alsó vége és az üveglap közötti távolság) akkor kell a skálán leolvasni, amikor a tű már nem süllyed tovább a cementpépben, legkésőbb azonban 30 másodperc eltettével.

A tűt minden mérés után azonnal meg kell tisztítani.

A kötés végének meghatározása

A megtöltött, a kötés kezdetének meghatározására használt *Vicat-gyűrűt az üveglapon meg kell*

Behatolási vizsgálat

A vizsgálathoz a készülék tűvel ellátott mozgatható fémrúdját úgy kell beállítani, hogy a tű vége érintkezzék a gipszpép felületével.

Ezután, kerek perc kezdetekor, a tűt elengedve, azt bele kell ereszteni a gyűrűben lévő gipszpépbe.

A *besüllyedési mélységet* (a tű alsó vége és a polírozott alátétlap közötti távolság) a skálán le kell olvasni.

A tűt minden mérés után azonnal meg kell tisztítani.

A kötés végének meghatározása A megtöltött, a kötés kezdetének meghatározására használt *Vicat-gyűrűt az üveglapon meg kell fordítani* úgy, hogy a kötés végét meghatározó mérést az eredetileg az üveglappal érintkező oldalán lehessen elvégezni. A kötés kezdetének méréséhez használt tűt a leolvasási pontosság fokozása érdekében gyűrű alakú feltéttel kell ellátni. A behatolás mérést ugyanúgy kell végezni, mint a kötés kezdetének meghatározásához kellett.	
Vizsgálati eredmény	
A vizsgálati eredmény a tű behatolási mélysége (a tű végének távolsága az üveglap felett), valamint az az időtartam, amely a keverőbe történt cementadagolás befejezése (nulla-idő) óta a behatolás méréséig eltelt.	A vizsgálati eredmény a tű behatolási mélysége (a tű végének távolsága a polírozott alátétlap felett), valamint az az időtartam, amely a gipsz vízbe való betöltésének kezdete (nulla-idő) óta a behatolás méréséig eltelt.
Ismétlések száma	
A behatolás mérését ugyanazon a cementpépmintán, megfelelően megválasztott időközökben, a *kötés kezdetének* meghatározása során például 5 vagy 10 percenként, legalább 10 mm távolságban a gyűrű szélétől és a korábbi beszúrási helyektől, kell megismételni.	A tű beeresztését 30 másodpercenként meg kell ismételni. A tűt minden beeresztés után gondosan le kell törölni, majd az alátétlapot a formával együtt úgy kell elmozdítani, hogy az újabb vizsgálat a pépfelület másik részén történjék.

Teljes képernyő

A *kötés végének* meghatározásakor az egyes, ismételt behatolási mérések közötti időtartamokat például 30 percre meg lehet hosszabbítani. Az egyes behatolási mérések között a megtöltött Vicat-gyűrűket az előírtaknak megfelelő vizsgáló helyiségben vagy nedves kamrában kell tárolni. A vizsgálat szükséges pontosságának elérése érdekében az egyes behatolási mérések időközeit a cementpép kötéskezdetének és kötésvégének közelében le kell rövidíteni.	
Mértékadó vizsgálati eredmény	
A **cementkötés (kötési idő)** ***kezdete*** az az 5 perc pontossággal megadott időtartam, amely a cement keverőbe töltésének befejezésétől (nulla idő) addig az időpontig telik el, amikor a tű és az üveglap közötti távolság **4±1 mm** és az egymást követő mérési eredmények már nem térnek el egymástól jelentős mértékben. A **cementkötés (kötési idő)** ***vége*** az a 15 perc pontossággal megadott időtartam, amely a cement keverőbe töltésének befejezésétől (nulla-idő) addig az időpontig telik el, amikor a gyűrű alakú feltéttel ellátott tű már csak legfeljebb **0,5 mm-re** süllyed be a megszilárdult cementpépbe. (A tű és az üveglap közötti távolság legalább 39,5 mm.) A kötés végének időpontját akkor értük el, amikor a tű gyűrű alakú	A **gipsz kötési idejének** ***kezdete*** az az időtartam, amely a gipsz vízbe való öntésének kezdetétől addig tart, ameddig a beeresztett tű első ízben **nem süllyed le** az alátétlapig. A **gipsz kötési idejének** ***vége*** a gipsz vízbe való öntésének kezdetétől számított azon időtartam, amikor a tű legfeljebb **1 mm** mélységig hatol be a megszilárdult gipszpépbe. A kötés kezdetét és végét percekben kell megadni. Teljes képernyő Teljes képernyő bezárása

Kausay

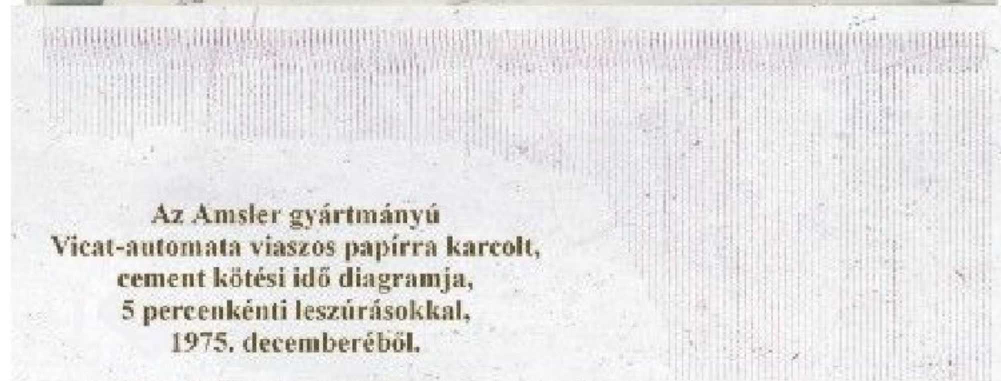
közötti távolság legalább 39,5 mm.) A kötés végének időpontját akkor értük el, amikor a tű gyűrű alakú feltétje a próbatest felületén már nem hagy nyomot.	
Követelmény a termékekre	
Cement, MSZ EN 197-1:2000	**Gipsz kötőanyagok, MSZ 57:1977**
A kötési idő kezdete • 32,5 szilárdsági osztály esetén legalább 75 perc; • 42,5 szilárdsági osztály esetén legalább 60 perc; • 52,5 szilárdsági osztály esetén legalább 45 perc. A kötési idő vége nincs szabályozva. 1997-ig volt érvényben az MSZ 4702-2:1981 szabvány, amely szerint a 42,5 R és 52,5 osztálynak megfelelő portlandcementek kötéskezdetének 45 percen túl, kötésvégének 8 órán belül, az egyéb portlandcementek kötéskezdetének 1 órán túl, kötésvégének 10 órán belül kellett lennie. Az MSZ 4702-4:1982 szerinti szulfátálló portlandcementek esetén a követelmény a kötés kezdetére legalább 1 óra, a kötés végére legfeljebb 12 óra volt.	A kötési idő kezdete • A jelű, gyorsan kötő gipsz esetén legalább 2 perc; • B jelű, közepesen kötő gipsz esetén legalább 6 perc; • C jelű, lassan kötő gipsz esetén legalább 20 perc. A kötési idő vége • A jelű, gyorsan kötő gipsz esetén legkésőbb 15 perc; • B jelű, közepesen kötő gipsz esetén legkésőbb 30 perc; • C jelű, lassan kötő gipsz esetén nincs szabályozva.



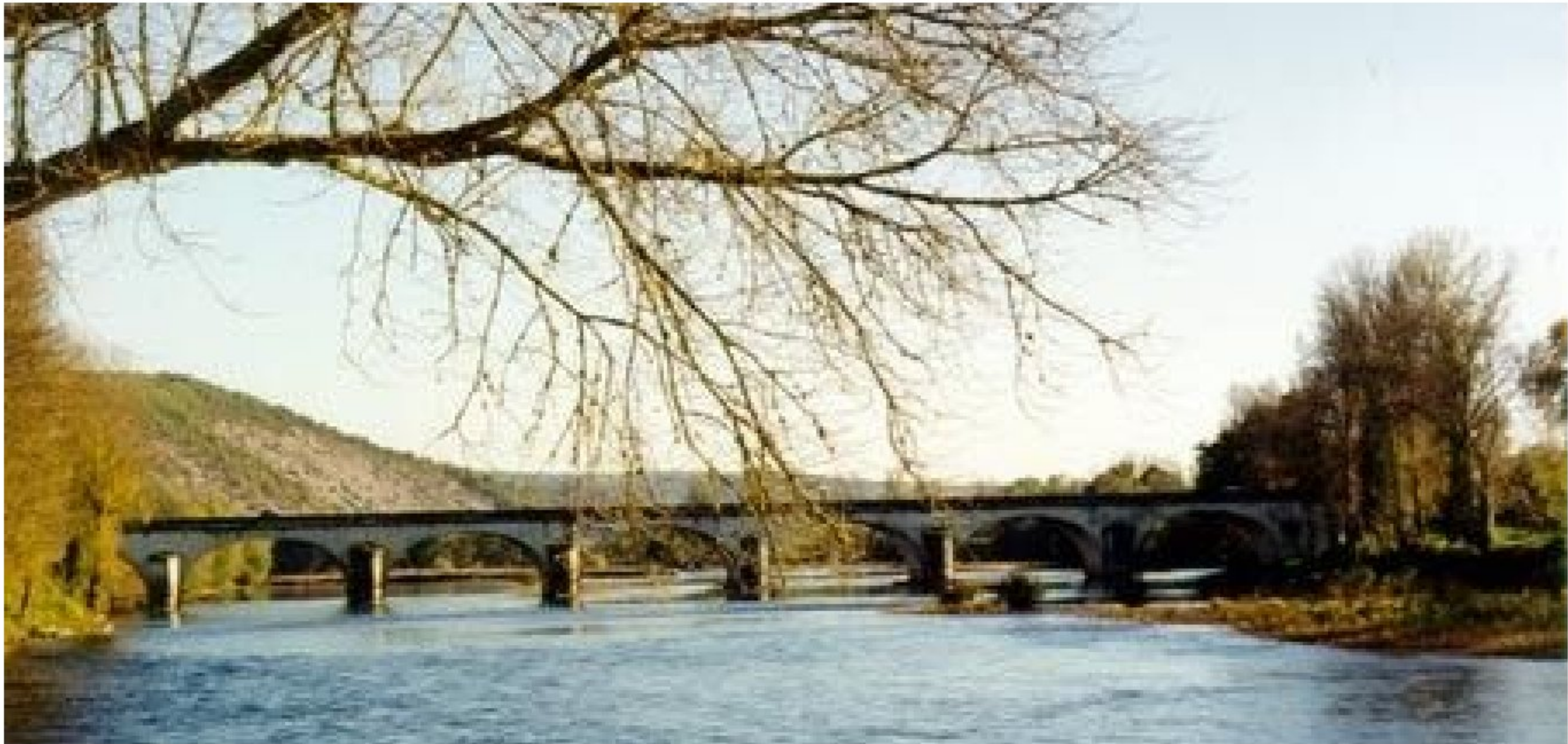
Kézi Vicat készülék, merülőrúddal felszerelve, a cementpép szabványos folyósságának meghatározásához



Az 1960-as évek elején beszerzett, Amsler gyártmányú Vicat-automata, a cement kötési idejének vizsgálatára.



Az Amsler gyártmányú Vicat-automata viaszos papírra karcolt, cement kötési idő diagramja, 5 percenkénti leszúrásokkal, 1975. decemberéből.



Franciaországban a Dorogne folyó feletti hidat **Louis-Joseph Vicat** 1812-1822 (?) között építette. Vicat találta fel a mesterséges hidraulikus meszet, és újra feltalálta a "római cementet", amelyet ennek a hídnak az építésénél alkalmazott először.

A CEN-referenciahomok szemcseméreteloszlása

3. táblázat

Négyzetes lyukméret mm	Halmozott szitamaradék %
2,00	0
1,60	7 ± 5
1,00	33 ± 5
0,50	67 ± 5
0,16	87 ± 5
0,08	99 ± 1

MSZ EN 196-1:1996

Próbatest készítés a cement szilárdságvizsgálatához

6. A habarcs készítése

6.1. A habarcs összetétele

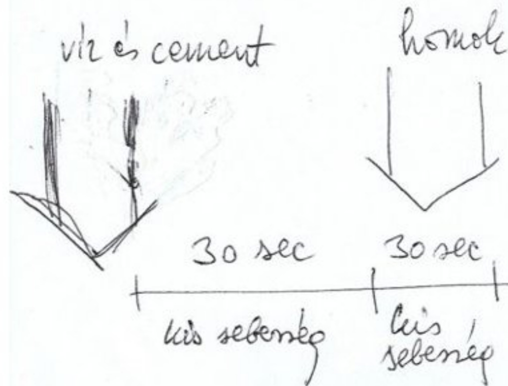
A tömegarányok a következők legyenek: egy rész cement (5.2. szakasz), három rész szabványhomok (5.1.szakasz) és fél rész víz (5.3.szakasz) (víz/cement tényező = 0,5).

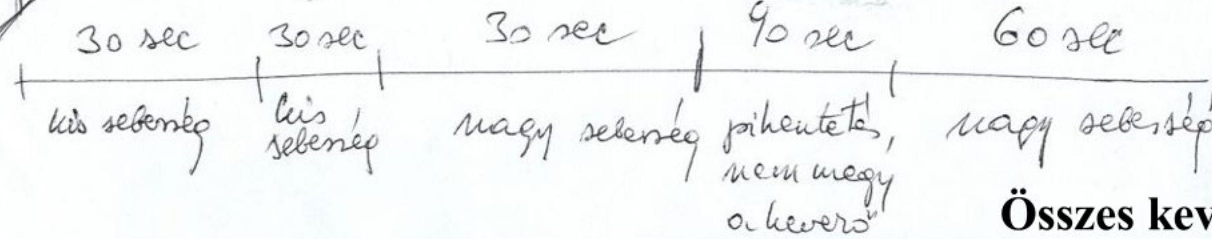
Három próbatest készítéséhez 450 ± 2 g cement, 1350 ± 5 g homok és 225 ± 1 g víz szükséges.



MSZ EN 196-1:1996

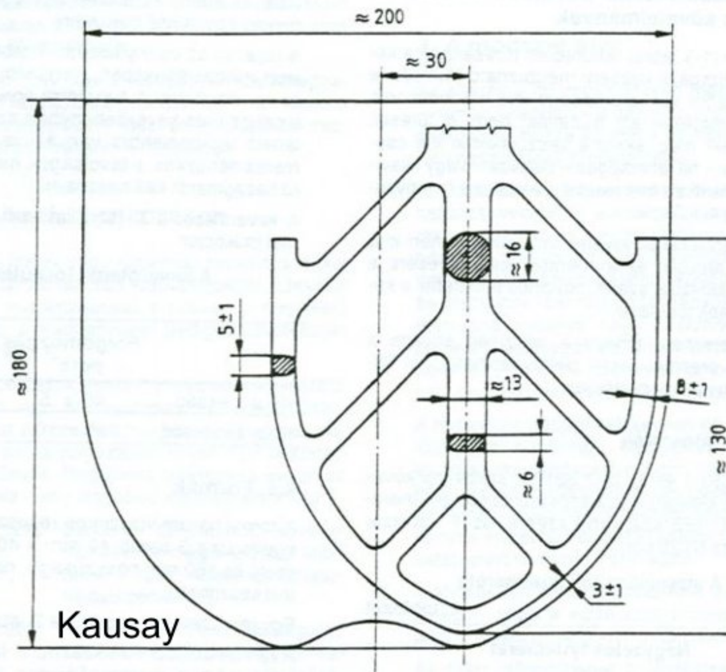
A cement habarcs keverése szilárdság vizsgálati próbahasábok készítéséhez



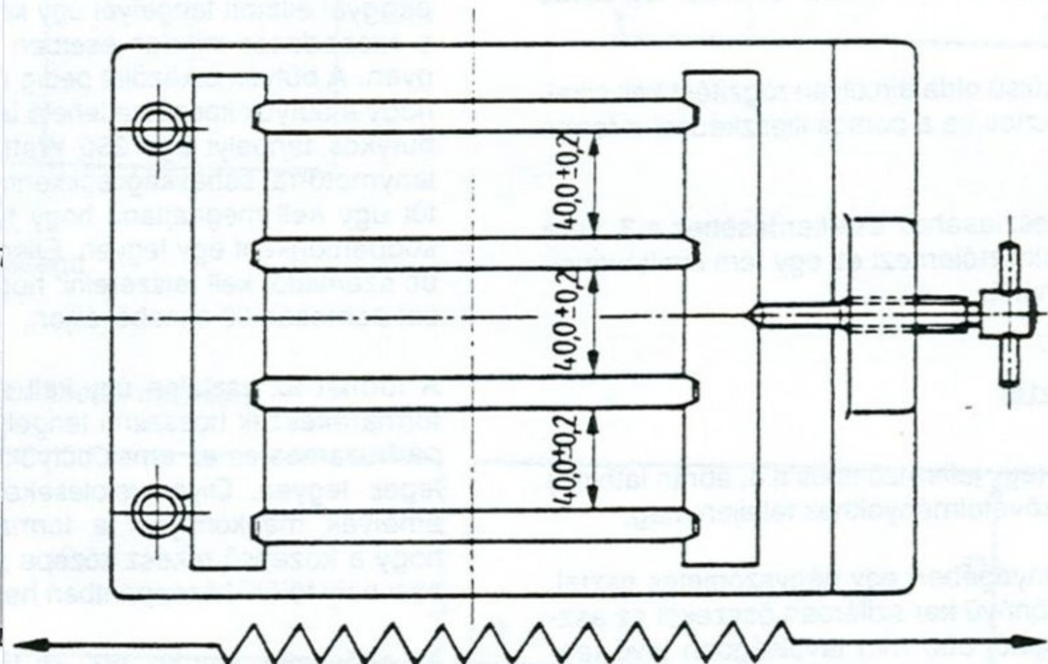


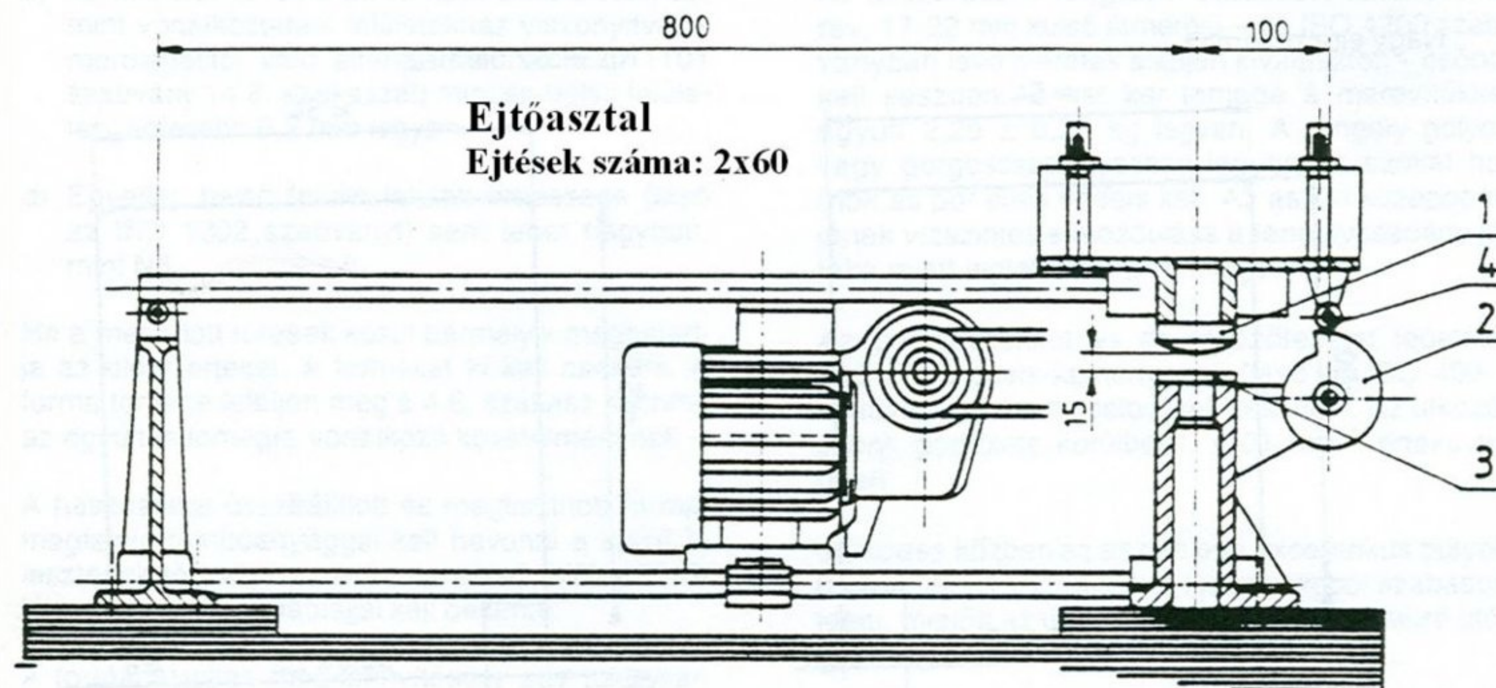
eltávolítjuk a feltapadt habarcsot és az edénybe tesszük

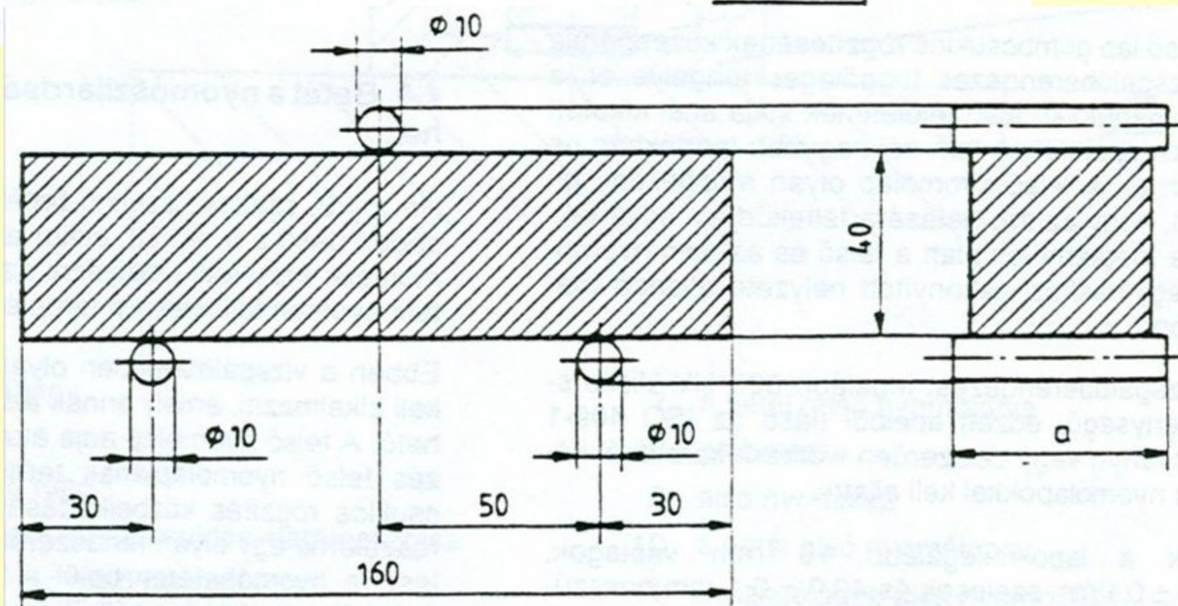
Összes keverési idő 240 sec = 4 perc



Kausay

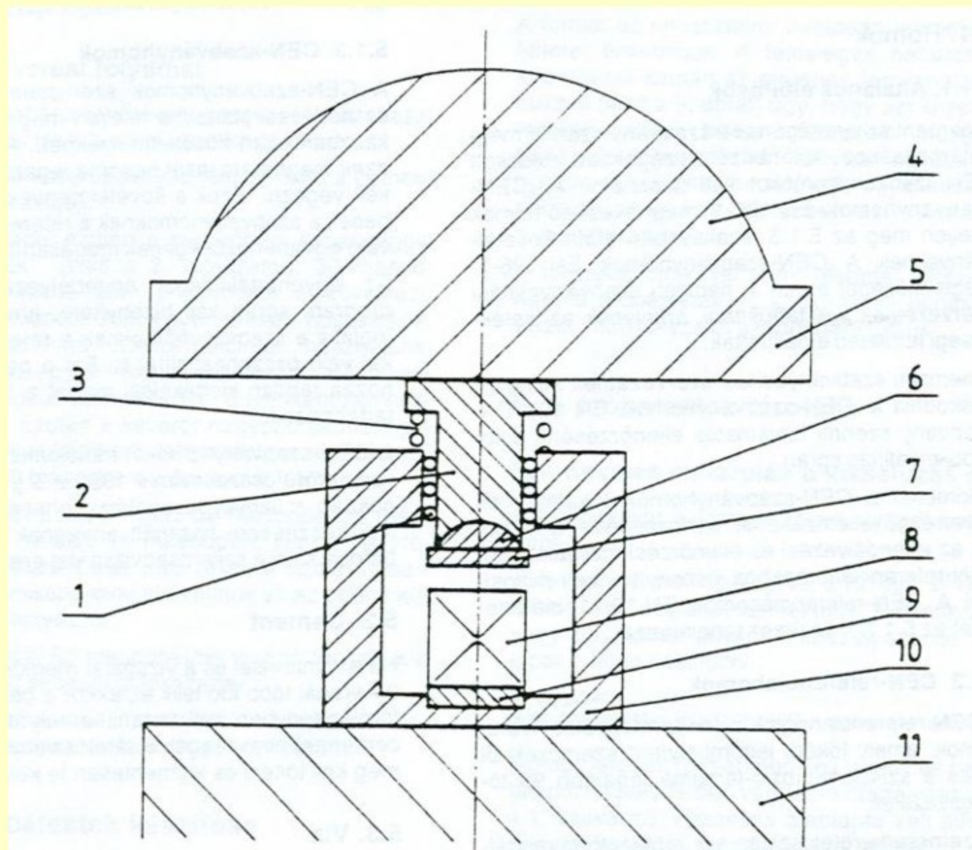






Cementhasáb hajlítóvizsgálata

Kausay



Nyomószilárdság vizsgáló betét cement félhasábhoz MSZ EN 196-1:1996

1 golyóscsapágy

2 mozgórész

3 visszaállító rugó

4 a vizsgálógép gömbcsuklós alátámasztása

5 a vizsgálógép felső nyomólapja

6 a betét gömbcsuklós alátámasztása

7 a betét felső nyomólapja

8 próbatest

9 alsó nyomólap

10 a betét alsó nyomólapja

11 a vizsgálógép alsó nyomólapja

Kausay

Cementgyártás

A cementet mészkő és agyag hozzávetőlegesen 2:1 arányú keverékéből, esetleg az ezeket hordozó márga felhasználásával gyártják. Az agyagot a megtört mészkőhöz és márgához adagolják.

Ezt a kiindulási, nyers keveréket kiszárítják és malomban megőrlik. Így kapják a száraz nyersliszttet, amelyhez szükség szerint összetételt korrigáló anyagokat (pl. piritpörk, homok) adnak.

(A piritpörk: Fe_2O_3 + FeS, vaskorrekciós-komponensként felhasznált ipari melléktermék. Vastartalma 55-60%.)

A jól összekevert, korrigált összetételű nyersliszt silóba kerül. Az őrlés során keletkező poros levegőt elszívják és elektrofilterben portalanítják.

Ezt a módszert, amelynek alkalmazása során a nyers keveréket *szárazon őrlik* nyersliszttetté, és a nyersliszt por alakban kerül a hőcserélőbe, majd a forgókemencébe, száraz eljárásnak nevezik. A korszerű cementgyárak száraz eljárással működnek.

Az ún. nedves eljárásnál a nyers keveréket vízzel összekeverik, *nedvesen őrlik*, és az így keletkező nyersiszapot – amely általában 30-40% vizet tartalmaz – közvetlenül adják fel a forgókemencére. Magyarországon utolsóként a 2013-ban bezárt és lebontott Lábatlani Cementgyár dolgozott nedves eljárással.

Közbevetőleg meg kell jegyezni, cementgyártási sajátosság, hogy a korszerű, száraz eljárással gyártott cementek alkáli-fém tartalma nagyobb, mint a nedves eljárással gyártott cementeké volt. Ennek az adalékanyagok alkálifém-oxid reakciója (egyszerűbben alkáli reakciója) kialakulásának kockázata miatt van jelentősége, amelynek esélye a cementgyártási technológiaváltás folytán az utóbbi időben megnőtt.

A továbbiakban csak a száraz eljárással történő cementgyártás folyamatát tárgyaljuk.

Az égetésre előkészített nyersliszttet a silóból 800-900 °C hőmérsékletű hőcserélőbe vezetik, ahol CO_2 tartalmát elveszti, gyakorlatilag kiég.

Ez a kiégetett nyersliszt forgókemencébe kerül, amelyben forgómozgással, enyhén ferde pályán lassan halad a tűz irányába, és tovább hevül. Mintegy 1200 °C (szinterelési = zsugorítási) hőmérsékleten az anyag zsugorodik és képlékeny, folyós konzisztenciájúvá válik. A lejtős pályán a forgás hatására az anyag golyókká áll össze, granulálódik.

A klinkergranulátumot 1450 °C hőmérséklet elérése után vezetik ki a forgó-kemencéből, gyorsan lehűtik, majd klinkertárolóba helyezik. A klinker – a cementtel ellentétben – hosszabb ideig tárolható károsodás nélkül.

A forgókemence égéstermékeit megtisztítják, majd a hőcserélőhöz visszavezetik.

A lehűlt klinkert kismennyiségű gipsszel vagy ún. REA-gipsszel és olykor nagymennyiségű kiegészítőanyaggal, mint például kohósalakkal, pernyével, mészkőliszttel együtt golyós- vagy görgősmalomban megőrlik. A gipsszel (vagy REA-gipsszel) a cement kötésidejét állítják be.

A kiegészítőanyagok a klinkerrel együtt a cement főalkotórészei, a gipsz mellékalkotórésze. Az őrlést segítő anyagok és az őrlésfinomság a cement tulajdonságainak kialakításában játszanak, ill. játszik szerepet.

Duna-Dráva Cement Kft.
VÁCI GYÁR
Telefon: 27 511-600, fax: 27 511-760



DUNA-DRÁVA
CEMENT

A CEMENT GYÁRTÁSA A VÁCI GYÁRBAN

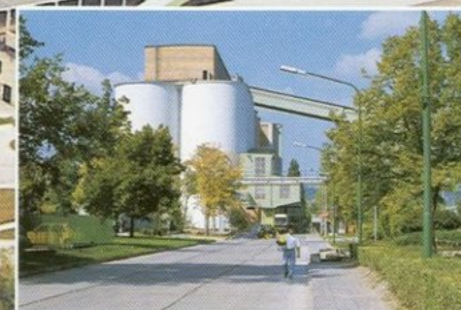






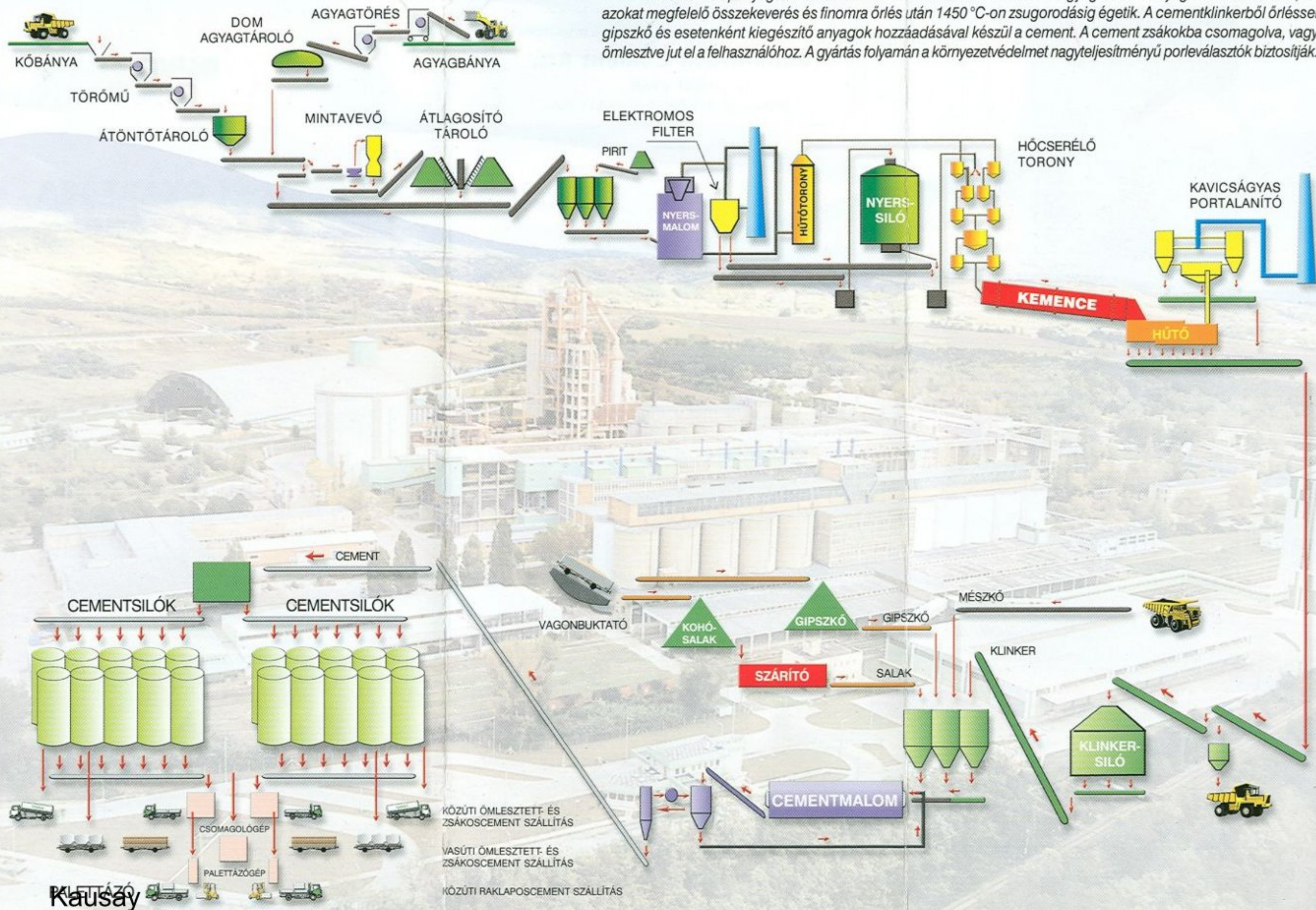






ARCUS DESIGN 2001

Kausay


A cement alapanyaga a cementklinker. A cementklinker mészkő és agyagtartalmú anyagokból állítható elő, ha azokat megfelelő összekeverés és finomra őrlés után 1450 °C-on zsugorodásig égetik. A cementklinkerből őrléssel gipszkő és esetenként kiegészítő anyagok hozzáadásával készül a cement. A cement zsákokba csomagolva, vagy ömlesztve jut el a felhasználóhoz. A gyártás folyamán a környezetvédelmet nagyteljesítményű porleválasztók biztosítják.
KŐBÁNYA
TÖRŐMŰ
ÁTÖNTŐTÁROLÓ
DOM AGYAGTÁROLÓ
AGYAGTÖRÉS
AGYAGBÁNYA
MINTAVEVŐ
ÁTLAGOSÍTÓ TÁROLÓ
ELEKTROMOS FILTER
PIRIT
NYERS-MALOM
HŰTŐTORONY
NYERS-SILÓ
HŐCSERÉLŐ TORONY
KAVICSÁGYAS PORTALANÍTÓ
KEMENCE
HŰTŐ
CEMENT
CEMENTSILÓK
CEMENTSILÓK
VAGONBUKTATÓ
KOHÓ-SALAK
GIPSZKŐ
GIPSZKŐ
MÉSZKŐ
KLINKER
SZÁRÍTÓ
SALAK
KLINKER-SILÓ
CEMENTMALOM
CSOMAGOLÓGÉP
PALETTÁZÓGÉP
PALETTÁZÓ
KÖZÚTI ÖMLESZTETT- ÉS ZSÁKOSCEMENT SZÁLLÍTÁS
VASÚTI ÖMLESZTETT- ÉS ZSÁKOSCEMENT SZÁLLÍTÁS
KÖZÚTI RAKLAPOSCEMENT SZÁLLÍTÁS

Kausay

Klinkerásványok

A cement tulajdonságainak legfőbb hordozói a klinkerásványok, amelyek közül a legfontosabbak a következők:

***Alit*, trikalcium-szilikát ($3CaO \cdot SiO_2$, röviden: C_3S). A cement 37-60 tömeg%-át teszi ki. A nagy kezdőszilárdságot adja.**

***Belit*, a dikalcium-szilikát négyféle módosulata közül a legfontosabb, β-módosulat (β-$2CaO \cdot SiO_2$, röviden: β-C_2S). Mennyisége a cementben 15-37 tömeg%. Kezdeti szilárdulása lassú, utószilárdulása nagy, hőfejlesztése kicsi.**

Felit, trikalcium-aluminát ($3CaO \cdot Al_2O_3$, röviden: C_3A). Mennyisége a cementben: 7-15 tömeg%. Kezdeti szilárdulása gyors, hőfejlesztése nagy, zsugorodásra hajlamos. Ha hiányzik vagy kicsi a mennyisége a cementben, akkor a cement szulfátálló. Ellenkező esetben a cement kevésbé szulfátálló, mint a portlandcementek általában.

Celit, tetrakalcium-aluminát-ferrit ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$, röviden: C_4AF). mennyisége a cementben 10-18 tömeg%. Szilárdsága igen kicsi, lassan köt. Ennek a klinkerásványnak a mennyisé-gét növelve a cement szulfátállósága javul.

A négy klinkerásvány együttesen a cement 90-98 tömeg%-át teszi ki. A maradék 2-10 tömeg% szabad magnéziumoxidból, kalciumszulfátból (gipszből) és kalciumoxidból áll.

A cementet vízzel keverve a vízmentes klinkerásványok felhasadnak, és a vizet (a víz egy részét) hidroxilgyök alakjában megkötik. Ez a folyamat a hidratáció, amely kezdetben általában gyorsabb, majd lassul, de évekig tartó folyamat.

A cementkővé szilárduló cementpép (cement + víz) eleinte duzzad, majd később – ami jellemző – zsugorodik. A zsugorodás mértéke a beton gondos utókezelésével csökkenthető.

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 197-1

Cement

1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

Az MSZ EN 197-1 2000. december 1-jén közzétett angol nyelvű változatának ....-jén megjelent magyar nyelvű változata.

BEREMENDI GYÁR

KOMPOZITPORTLANDCEMENT

MSZ 4702-2

CEM II/A-M 42,5

(Megfelel a 450 ppc 20-nak) • ETK 71555 1495

50 kg

Kausay

Mit jelent a név?

A megnevezésben a **„CEM”** a cementre utal.

A római szám jelzi a fő cement fajtákat **I-V**

A, B, C – kiegészítő anyag mennyisége

CEM II „A” 6-20%; **CEM III „A” 36-65%**

CEM II „B” 21-35%; **CEM III „B” 66-80%**

S, V, L, M ... – kiegészítő anyag fajták, illetve keveréke

„S” granulált kohósalak

„V” pernye

„L” mészkőliszt

„M” kompozit (V+ L)

32,5, 42,5, 52,5 – 28 napos nyomószilárdság (MPa)

„N” normál kezdőszilárdság

„R” nagy kezdőszilárdság

„MS” mérsékelten szulfátálló

„S” szulfátálló

Kausay

PÉLDÁK AZ MSZ EN 197-1:2011 SZERINT A CEMENTEK JELÖLÉSÉRE

CEM I 52,5 N portlandcement N = normál kötésű
CEM I 42,5 N portlandcement R = gyors kötésű
CEM I 32,5 RS 0 szulfátálló portlandcement
(C_3A tartalma 0%)
CEM I 32,5 RS 3 szulfátálló portlandcement
(C_3A tartalma ≤ 3%)
CEM II/A-S 42,5 N kohósalakportlandcement
CEM II/B-S 32,5 N kohósalakportlandcement
CEM II/B-S 32,5 R kohósalakportlandcement
CEM II/B-M (V-L) 32,5 N kompozit portlandcement
CEM II/A-V 32,5 R pernyeportlandcement
CEM III/A 32,5 N kohósalakcement

MSZ EN 197-1:2000 Cement. 1. rész: Altalános felhasználású cementek

1. táblázat: Az általános felhasználású cementek családjának 27 terméke

Fő cement-fajták	A 27 termék jelölése (az általános felhasználású cementek fajtái)		Mennyiségek tömegszázalékban[a)]										
			Fő alkotórészek										Mellék - alkotó-részek
			Klinker	Granulált kohósalak	Szilikapor	Puccolán		Pernye		Égetett pala	Mészkő		
						természetes	kalcinált	savanyú	bázikus				
			K	S	D[b]	P	Q	V	W	T	L	LL	
CEM I	Portlandcement	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Kohósalak-portland-cement	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Szilikapor-portland-cement	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Puccolán-portland-cement	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-		0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
	Pernyeportlandcement	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM I1/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Égetettpala-portland-cement	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM I1/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
	Mészkőportlandcement	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-5
	Kompozit-portlandcement[c]	CEM II/A-M	80-94	<-------------6-20------------->									0-5
		CEM II/B-M	65-79	< -------------21-35------------- >									0-5
CEM III	Kohósalakcement	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5

Az előző táblázat folytatása

MSZ EN 197-1:2000 Cement. 1. rész: Altalános felhasználású cementek

1. táblázat: Az általános felhasználású cementek családjának 27 terméke

Fő cement-fajták	A 27 termék jelölése (az általános felhasználású cementek fajtái)		Mennyiségek tömegszázalékban[a)] Fő alkotórészek: Klin-ker K	Gra-nu-lált kohó-salak S	Szili-kapor D[b]	Puccolán: ter-mé-sze-tes P	Puccolán: kal-ci-nált Q	Pernye: sava-nyú V	Pernye: bázi-kus W	Ége-tett pala T	Mészkő L	Mészkő LL	Mellék-alkotó-részek
CEM III	Kohósalakcement	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM IV	Puccoláncement [c]	CEM IV/A	65-89	-	< ------------11-35------------ >					-	-	-	0-5
		CEM IV/B	45-64	-	< ------------36-55------------ >					-	-	-	0-5
CEM V	Kompozitcement [c]	CEM V/A	40-64	18-30	-	< ------18-30------ >			-	-	-	-	0-5
		CEM V/B	20-38	31-50	-	< ------31-50------ >			-	-	-	-	0-5

[a] A táblázat értékei a fő- és mellékalkotórészek összegét tartalmazzák.

[b] A szilikapor aránya legfeljebb 10% legyen.

[c] A kompozit-portlandcement CEM II/A-M-ben és CEM II/B-M-ben, a puccoláncement CEM IV/A-ban és CEM IV/B-ben, valamint a kompozitcement CEM V/A-ban és CEM V/B-ben meg kell adni a megnevezésben a klinker mellett található fő- és mellékalkotórészek eredetét és fajtáját (lásd például a 8. fejezetet).

6.2. A szulfátálló, általános felhasználású cementek (SR-cementek) összetétele és jelölése

Az EN 197-1-nek megfelelő szulfátálló általános felhasználású cementek hét terméket tartalmazó családját a 2. táblázat tartalmazza.

Ezek a következő három fő cementfajtába csoportosíthatók:

Szulfátálló portlandcement:

- CEM I-SR 0 — Szulfátálló portlandcement (a klinker C_3A tartalma = 0%),
- CEM I-SR 3 — Szulfátálló portlandcement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 3%),
- CEM I-SR 5 — Szulfátálló portlandcement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 5%).

Szulfátálló kohósalakcement:

- CEM III/B-SR — Szulfátálló kohósalakcement (a klinker C_3A tartalmára nincs követelmény),
- CEM III/C-SR — Szulfátálló kohósalakcement (a klinker C_3A tartalmára nincs követelmény).

Szulfátálló puccoláncement:

- CEM IV/A-SR — Szulfátálló puccoláncement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 9%),
- CEM IV/B-SR — Szulfátálló puccoláncement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 9%).

A szulfátálló általános felhasználású cementek családjának hét terméke az összetétele alapján feleljen meg a 2. táblázat előírásainak. A cementfajták jelölése feleljen meg a szabvány követelményeinek úgy, hogy a CEM I cementek esetében az SR 0, az SR 3, az SR 5, a CEM III és CEM IV cementek esetében pedig csak az „SR" kiegészítő jelöléseket kell hozzáfűzni.

2. táblázat: A szulfátálló általános felhasználású cementek családjának hét terméke

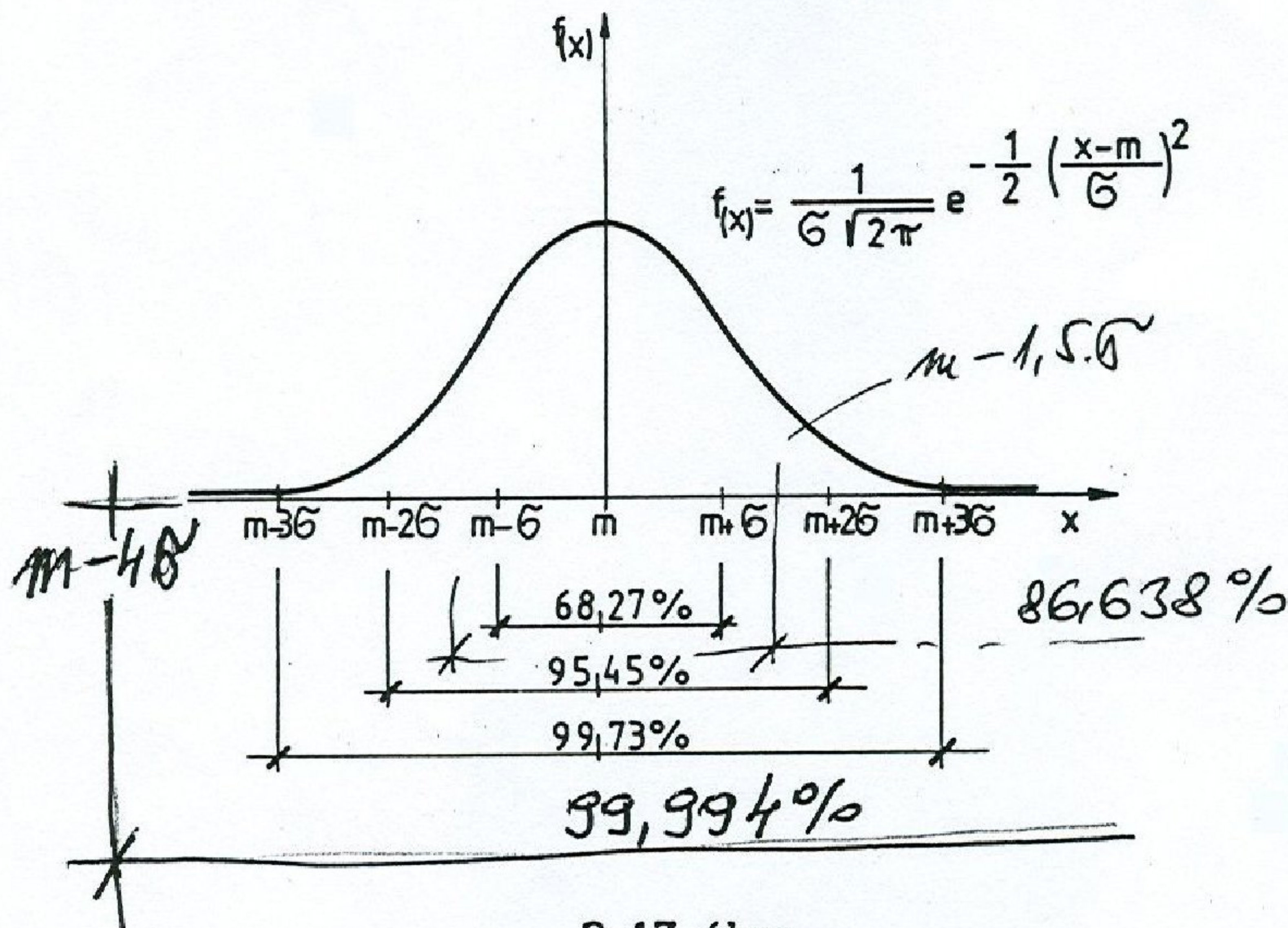
Fő cement-fajták	A hét termék jelölése (az általános felhasználású cementek fajtái)		Összetétel (tömegszázalékban[a])				
			Főalkotórészek				Mellék-alkotó-részek
			Klinker K	Kohó-salak S	Termé-szetes puccolán P	Savas jellegű pernye V	
CEM I	Szulfátálló portlandcement	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5	95–100				0-5
CEM III	Szulfátálló kohósalakcement	CEM III/B-SR	20–34	66-80	-	-	0-5
		CEM III/C-SR	5–19	81-95	-	-	0-5
CEM IV	Szulfátálló[b] puccoláncement	CEM IV/A-SR	65–79		⇨ 21–35 ⇦		0-5
		CEM IV/B-SR	45–64		⇨ 36–55 ⇦		0-5

[a] A táblázat értékei a fő- és mellékalkotórészek összegét tartalmazzák.

[b] A CEM IV/A-SR és a CEM IV/B-SR szulfátálló puccoláncementfajták esetében a meg kell adni a jelölésben a klinker mellett található más főalkotórészeket (lásd például a 8. fejezetet).

2. táblázat: Mechanikai és fizikai követelmények mint jellemző értékek

Szilárd-sági osztály	Nyomószilárdság MPa				Kötési idő kezdete perc	Térfogat-állandóság (tágulás) mm
	Kezdőszilárdság		Szabványos szilárdság			
	2 napos	7 napos	28 napos			
32,5 N	-	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
32,5 R	≥ 10,0	-				
42,5 N	≥ 10,0	-	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5 R	≥ 20,0	-				
52,5 N	≥ 20,0	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	≥ 30,0	-				



2.17 ábra
Normális (Gauss-sűrűségfüggvény)

ltető – Ziermann: Matematikai statisztika

TÁBLÁZATOK

1. táblázat

alás fv.: $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{u^2}{2}} du$ függvény értékeinek táblázata ha $u = x - m$ és $\sigma = 1$

x	Φ(x)	x	Φ(x)	x	Φ(x)	x	Φ(x)
0,00	0,5000	0,44	0,6700	0,88	0,8106	1,32	0,9066
0,01	0,5040	0,45	0,6736	0,89	0,8133	1,33	0,9082
0,02	0,5080	0,46	0,6772	0,90	0,8159	1,34	0,9099
0,03	0,5120	0,47	0,6808	0,91	0,8186	1,35	0,9115
0,04	0,5160	0,48	0,6844	0,92	0,8212	1,36	0,9131
0,05	0,5199	0,49	0,6879	0,93	0,8238	1,37	0,9147
0,06	0,5239	0,50	0,6915	0,94	0,8264	1,38	0,9162
0,07	0,5279	0,51	0,6950	0,95	0,8289	1,39	0,9177
0,08	0,5319	0,52	0,6985	0,96	0,8315	1,40	0,9192
0,09	0,5359	0,53	0,7019	0,97	0,8340	1,41	0,9207
0,10	0,5398	0,54	0,7054	0,98	0,8365	1,42	0,9222
0,11	0,5438	0,55	0,7088	0,99	0,8389	1,43	0,9236
0,12	0,5478	0,56	0,7123	1,00	0,8413	1,44	0,9251
0,13	0,5517	0,57	0,7157	1,01	0,8438	1,45	0,9265
0,14	0,5557	0,58	0,7190	1,02	0,8461	1,46	0,9279
0,15	0,5596	0,59	0,7224	1,03	0,8485	1,47	0,9292
0,16	0,5636	0,60	0,7257	1,04	0,8508	1,48	0,9306
0,17	0,5675	0,61	0,7291	1,05	0,8531	1,49	0,9319
0,18	0,5714	0,62	0,7324	1,06	0,8554	1,50	0,9332
0,19	0,5753	0,63	0,7357	1,07	0,8577	1,51	0,9345
0,20	0,5793	0,64	0,7389	1,08	0,8599	1,52	0,9357
0,21	0,5832	0,65	0,7422	1,09	0,8621	1,53	0,9370
0,22	0,5871	0,66	0,7454	1,10	0,8643	1,54	0,9382
0,23	0,5910	0,67	0,7486	1,11	0,8665	1,55	0,9394
0,24	0,5948	0,68	0,7517	1,12	0,8686	1,56	0,9406
0,25	0,5987	0,69	0,7549	1,13	0,8708	1,57	0,9418
0,26	0,6026	0,70	0,7580	1,14	0,8729	1,58	0,9429
0,27	0,6064	0,71	0,7611	1,15	0,8749	1,59	0,9441
0,28	0,6103	0,72	0,7642	1,16	0,8770	1,60	0,9452
0,29	0,6141	0,73	0,7673	1,17	0,8790	1,61	0,9463
0,30	0,6179	0,74	0,7703	1,18	0,8810	1,62	0,9474
0,31	0,6217	0,75	0,7734	1,19	0,8830	1,63	0,9484
0,32	0,6255	0,76	0,7764	1,20	0,8849	1,64	0,9495
0,33	0,6293	0,77	0,7794	1,21	0,8869	1,65	0,9505
0,34	0,6331	0,78	0,7823	1,22	0,8888	1,66	0,9515
0,35	0,6368	0,79	0,7853	1,23	0,8907	1,67	0,9525
0,36	0,6406	0,80	0,7881	1,24	0,8925	1,68	0,9535
0,37	0,6443	0,81	0,7910	1,25	0,8944	1,69	0,9545
0,38	0,6480	0,82	0,7939	1,26	0,8962	1,70	0,9554
0,39	0,6517	0,83	0,7967	1,27	0,8980	1,71	0,9564
0,40	0,6554	0,84	0,7995	1,28	0,8997	1,72	0,9572
0,41	0,6591	0,85	0,8023	1,29	0,9015	1,73	0,9582
0,42	0,6628	0,86	0,8051	1,30	0,9032	1,74	0,9591
0,43	0,6664	0,87	0,8078	1,31	0,9049	1,75	0,9599

1,645σ esete:

100 − 95 = Δ = 5 %

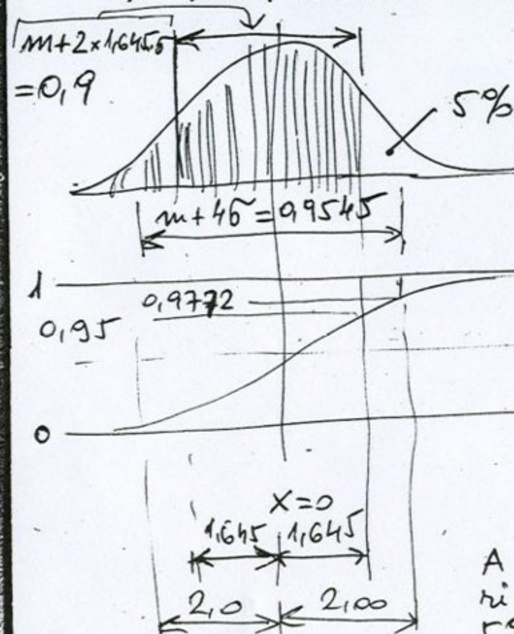
2 × 5 = 10

$\frac{10}{100} = 0{,}1$

1 − 0,1 = 0,9

Kausay

x	Φ(x)	x	Φ(x)	x	Φ(x)	x	Φ(x)
1,76	0,9608	1,96	0,9750	2,32	0,9898	2,72	0,9967
1,77	0,9616	1,97	0,9756	2,34	0,9904	2,74	0,9969
1,78	0,9625	1,98	0,9761	2,36	0,9909	2,76	0,9971
1,79	0,9633	1,99	0,9767	2,38	0,9913	2,78	0,9973
1,80	0,9641	2,00	0,9772	2,40	0,9918	2,80	0,9974
1,81	0,9649	2,02	0,9783	2,42	0,9922	2,82	0,9976
1,82	0,9656	2,04	0,9793	2,44	0,9927	2,84	0,9977
1,83	0,9664	2,06	0,9803	2,46	0,9931	2,86	0,9979
1,84	0,9671	2,08	0,9812	2,48	0,9934	2,88	0,9980
1,85	0,9678	2,10	0,9821	2,50	0,9938	2,90	0,9981
1,86	0,9686	2,12	0,9830	2,52	0,9941	2,92	0,9982
1,87	0,9693	2,14	0,9838	2,54	0,9945	2,94	0,9984
1,88	0,9699	2,16	0,9846	2,56	0,9948	2,96	0,9985
1,89	0,9706	2,18	0,9854	2,58	0,9951	2,98	0,9986
1,90	0,9713	2,20	0,9861	2,60	0,9953	3,00	0,9986
1,91	0,9719	2,22	0,9868	2,62	0,9956	3,20	0,9993
1,92	0,9726	2,24	0,9875	2,64	0,9959	3,40	0,9996
1,93	0,9732	2,26	0,9881	2,66	0,9961	3,60	0,9998
1,94	0,9738	2,28	0,9887	2,68	0,9963	3,80	0,9999
1,95	0,9744	2,30	0,9893	2,70	0,9965		



2σ esete:

100,00 − 97,72 = Δ = 2,28 %

2 × 2,28 ≅ 4,55

$\frac{4{,}55}{100} = 0{,}0455$

1,0 − 0,0455 = 0,9545

A normál eloszlás szimmetrikus, ezért mindez az alsó 5%-os alulmaradásra is igaz.

Az alkalmazott cement szilárdsági osztálya előnyösen 32,5 vagy 42,5, de indokolt esetben 52,5, különleges esetben pedig 22,5 is lehet. A cement szilárdulási üteme a betonozás körülményeitől és a beton kívánt korai viselkedésétől függően normál (N), nagy kezdőszilárdságú (R) vagy kis kezdőszilárdságú (L) legyen.

CEM II fajtájú 32,5 szilárdsági osztályú portlandcementet legfeljebb C40/50 nyomószilárdsági osztályú beton készítéséhez ajánlatos használni.

Feszített vasbeton szerkezetek készítéséhez CEM I vagy CEM II R fajtájú cementet előnyös használni, utófeszített vasbeton szerkezetek készítéséhez CEM II N fajtájú cement is használható.

Vasbetonba való alkalmazásra a CEM III/A 32,5 jelű kohósalakcement legfeljebb C40/50 beton-nyomószilárdsági osztályig, a CEM III/B 32,5 N-S jelű szulfátálló kohósalakcement legfeljebb C35/45 beton-nyomószilárdsági osztályig javasolható. CEM III fajtájú kohósalakcementet feszített vasbeton készítéséhez nem szabad használni.

A CEM III/A 32,5 N kohósalakcement mérsékelt kezdőszilárdságú, jelentős utószilárdulású, kishőfejlesztésű cement. Szulfátállósága jelentős, zsugorodási és repedési hajlama csekély. Javasolható mérsékelten agresszív szulfáthatásnak (talajvíz: ≤ 3000 mg/liter szulfátion-tartalom, talaj: ≤ 12000 mg/liter szulfátion-tartalom) kitett, XA2 környezeti osztályú szerkezetek betonozásához, tömegbetonok és vízépítési betonok készítéséhez. Egyike a legtöbb kloridiont megkötő cementeknek, ezért alkalmazása olvasztósó hatásának kitett vasbetonszerkezetek készítéséhez mind természetes szilárdítás, mind gőzölés esetén különösen előnyös.

Tulajdonságait az MSZ EN 197-1:2011 szabvány tárgyalja.

A CEM III/B 32,5 N, ill. CEM III/B 32,5 N-S kohósalakcement kis kezdőszilárdságú, nagy végszilárdulású, kishőfejlesztésű cement. Szulfátállósága jelentős, zsugorodási és repedési hajlama csekély. Javasolható erősen agresszív szulfáthatásnak (talajvíz: ≤ 6000 mg/liter szulfátion-tartalom, talaj: ≤ 24000 mg/liter szulfátion-tartalom) kitett, XA3 környezeti osztályú szerkezetek betonozásához, tömegbetonok és vízépítési betonok készítéséhez.
Tulajdonságait az MSZ EN 197-1:2011, ill. az MSZ 4737-1:2013 szabvány tárgyalja.

2013. július

MAGYAR SZABVÁNY MSZ 4737-1

Különleges cementek

1. rész: Mérsékelten szulfátálló cementek

1. Fogalommeghatározások

1.1. aluminátmodulus (AM)

A portlancementklinker tömegszázalékban kifejezett alumínium-oxid-(Al_2O_3-) és vas-oxid-(Fe_2O_3-) tartalmának hányadosa.

1.2. mérsékelten szulfátálló cement

Az MSZ EN 197-1 szerinti CEM II típusú portlandcement, amelyben a portlandcementklinker (K) aluminátmodulusa legfeljebb 1,0, valamint az MSZ EN 197-1 szerinti CEM III/A cement.

Jele: MSR

Szulfátálló cementek: azok az MSZ EN 197-1 szerinti CEM I és CEM II típusú portlandcementek, amelyekben a portlandcementklinker (K) aluminátmodulusa legfeljebb 0,70, valamint a CEM III/B és a CEM III/C cementek. A felsorolt cementek kielégítik a szulfátálló cementekre vonatkozó 1. táblázat szerinti követelményeket is. Kausay

Aluminát-modulus

Az aluminát-modulus a cementklinker alumínium-oxid és vas-oxid összetevőinek hányadosa, tömegarány,

$$AM = Al_2O_3/Fe_2O_3,$$

amelynek csökkenésével a cement szulfátállósága nő, másodlagos ettringit képződési hajlama és szulfátduzzadás okozta hosszváltozása csökken.

Az MSZ 4737-1:2013 szabvány szerint a szulfátálló cementek aluminát-modulusa legfeljebb 0,7, a mérsékelten szulfátálló cementeké legfeljebb 1,0; a szulfátálló cementek szulfátduzzadás okozta hosszváltozása legfeljebb 0,4 mm/m, a mérsékelten szulfátálló cementeké legfeljebb 1,0 mm/m.

A szulfátálló cementek első kutatói között tartjuk számon *Henry Le Chatelier* (1850, Párizs – 1936, Miribel-les-Échelles, Isére) francia kémikust.

4.4. Szulfátállósági követelmény

Az 1. táblázat szerint.

1. táblázat: A cementek besorolása a szulfátduzzadás okozta hosszváltozás szerint

Szulfátállósági besorolás	Vizsgálati módszer	Hosszváltozás, mm/m
Szulfátálló, S	Az MSZ 4737-1 melléklete szerint	≤ 0,40
Mérsékelten szulfátálló, MS	Az MSZ 4737-1 melléklete szerint	> 0,40 ≤ 1,00

Melléklet: A cementek szulfátállóságának meghatározása (előírás)

M1. A módszer elve

A cementek szulfátállóságát lépcsős szemcseszerkezetű habarcsból készített, vékony hasáb alakú, előzetesen gőzkezelt, majd szulfátoldatban tárolt próbatestek hosszváltozása alapján határozzuk meg.

M6. A hosszváltozás mérése és számítása

Az M5.3. szakasz szerint előtárolt próbatesteket a vízből kivesszük és letöröljük; a mérővégekről a kenőzsírt eltávolítjuk. Ezután a próbatesteket egyenként az M2.10. szakasz szerinti készülékbe helyezzük, és 0,005 mm pontossággal megmérjük azok hosszúságát (alapmérés). Ezt követően az előírt időpontokban végzendő mérések közötti időtartam alatt a próbatesteket az M3.2. szakasz szerinti szulfátoldatban tároljuk az M7. fejezetben leírt módon.

A próbatestek további hosszváltozását a készítésüktől számított 7., 14., 21. és 28. napon mérjük.

1. táblázat: A mérsékelten szulfátálló cementek családjának 16 terméke

Fő cement-fajták	A 16 termék jelölése (a mérsékelten szulfátálló cementek fajtái)		Mennyiségek tömegszázalékban[a]							
			Főalkotórészek							Mellék-alkotó-részek
			Klinker	Granulált kohósalak	Puccolán	Pernye		Mészkő		
			K	S	természetes P	savanyú V	bázikus W	L	LL	
CEM II	Mérsékelten szul-fátálló kohósalak-portlandcement	CEM II/A-S	80–94	6–20	–	–	–	–	–	0–5
		CEM II/B-S	65–79	21–35	–	–	–	–	–	0–5
	Mérsékelten szul-fátálló szilikapor-portlandcement	CEM II/A-D	90–94	–	–	–	–	–	–	0–5
	Mérsékelten szul-fátálló puccolán-portlandcement	CEM II/A-P	80–94	–	6–20	–	–	–	–	0–5
		CEM II/B-P	65–79	–	21–35	–	–	–	-	0–5
	Mérsékelten szul-fátálló pernyeport-landcement	CEM II/A-V	80–94	–	–	6–20	–	–	–	0–5
		CEM II/B-V	65–79	–	–	21–35	–	–	–	0–5
		CEM II/A-W	80–94	–	–	–	6–20	–	–	0–5
		CEM II/B-W	65–79	–	–	–	21–35	–	–	0–5
	Mérsékelten szul-fátálló mészkőport-landcement	CEM II/A-L	80–94	–	–	–	–	6–20	–	0–5
		CEM II/B-L	65–79	–	–	–	–	21–35	–	0–5
		CEM II/A-LL	80–94	–	–	–	–	–	6–20	0–5
		CEM II/B-LL	65–79	–	–	–	–	–	21–35	0–5
	Mérsékelten szul-fátálló kompozit-portlandcement [b]	CEM II/A-M	80-94	<----------------6–20---------------->						0–5
		CEM II/B-M	65-79	<----------------21–35---------------->						0–5
CEM III	Kohósalakcement	CEM III/A	35–64	36–65	–	–	–	–	–	0–5

PÉLDÁK AZ MSZ 4737-1:2013 SZERINTI MÉRSÉKELTEN SZULFÁTÁLLÓ CEMENT JELÖLÉSÉRE

Szokásos (normál) kezdőszilárdságú (N), mérsékelten szulfátálló pernyeportlandcement: CEM II/A-V 32,5 N-MSR

Kis kezdőszilárdságú (L), mérsékelten szulfátálló kohósalakcement: CEM III/A 32,5 L-MSR

Kis kezdőszilárdságú (L) és kis hőfejlesztésű (LH) mérsékelten szulfátálló kohósalakcement: CEM III/A 32,5 L-LH-MSR

2004. szeptember

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 197-4**

Cement

4. rész: Kis kezdőszilárdságú kohósalakcementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

Az MSZ EN 197-4:2004 szabvány három kis kezdőszilárdságú, CEM III fajtájú, 32,5 L, 42,5 L, 52,5 L szilárdsági osztályú kohósalakcement tulajdonságait írja le. Az L betűjel a kis kezdőszilárdságra utal.

MSZ EN 197-4:2004

Table 1 — The 3 products in the family of low early strength blastfurnace cements

Main types	Notation of the 3 products (types of low early strength blastfurnace cements) A kohósalak cementek jele		Composition (proportion by mass, in % [a])		
			Main constituents		Minor additional constituents
			Clinker	Blastfurnace Slag	
			K	S	
CEM III	Blastfurnace cement	CEM III/A	35-64	36-65	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	0-5

a The values in the table refer to the sum of the main and minor additional constituents.

Table 2 — Mechanical and physical requirements given as characteristic values

A cement Strength class nyomószilárdsági osztálya	Compressive strength Nyomószilárdság MPa				Initial setting time Kötés kezdete	Soundness (Expansion)
	Early strength		Standard strength			
	2 days	7 days	28 napos 28 days korban		min	mm
32,5 L	–	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	Térfogat-állandóság ≤ 10
42,5 L	–	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
Kausay 52,5 L	≥ 10,0	–	≥ 52,5	–	≥ 45	

Az általános felhasználású kis hőfejlesztésű közönséges cementekkel (jele LH) az MSZ EN 197-1/A1 szabványmódosítás foglalkozik.

2004. szeptember

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 197-1:2000/A1

Cement

1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

Az LH jelű kis hőfejlesztésű közönséges cement hidratációs hőjének jellemző értéke nem szabad, hogy a 270 J/g értéket túllépje. A hidratációs hőt 41 órás korban vagy 7 napos korban kell vizsgálni.

2004. szeptember

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 14216

Cement. Nagyon kis hőfejlesztésű különleges cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

Tömegbetonok, például gátak, hídfők és egyéb kis felület/térfogat hányadosú mélyépítési szerkezeti elemek készítése céljára az MSZ EN 14216 szerinti VLH III (kohósalakcement), IV (traszcement), V (kompozitcement) jelű, 22,5 szilárdsági osztályú, nagyon kis hőfejlesztésű különleges cementek alkalmazhatók. Ezeket a cementeket kizárólag tömegbetonok készítéséhez szabad felhasználni, és a beton nyomószilárdsági osztálya legfeljebb C30/37 lehet. A környezeti osztályokra vonatkozó, MSZ 4798:2016 szerinti követelmények a 22,5 szilárdsági osztályú cement cementfajta alkalmazása esetén is fennállnak. Megjegyzés: 22,5 szilárdsági osztályú cementet hazánkban jelenleg nem gyártanak.

2004. szeptember

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 413-1**

Kőművescement

1. rész: Összetétel, követelmények és megfelelőségi feltételek

Az MSZ EN 413-1:2004 szabvány szerinti kőművescement tulajdonképpen nem cement, hanem vakolat és falazóhabarcs kötőanyag (Putz- und Mauerbinder), amely homokkal, vízzel, és adalékszerrel (pl. őrlést elősegítőszer, légbuborék-képzőszer) bedolgozható keveréket ad.

Jele pl. „MC 12,5X", ahol az MC jel a kőművescementre utal, a 12,5 a nyomószilárdság jele, és az X azt jelöli, hogy nem tartalmaz légbuborékképzőszert.

Hazánkban nem gyártják. Betonkészítésre nem alkalmas

MAGYAR SZABVÁNY MSZ 4737-2 : 2013

Különleges cementek.

2. rész: Fehér cementek

Az MSZ 4737-2:2013 szabvány tárgya a fokozott esztétikai igényeket támasztó fehér és színes építőanyagok, pl. vakolóhabarcsok (MSZ 16000), vagy műkőtermékek (MSZ 2505) készítéséhez alkalmazható fehér cementek mechanikai, fizikai és kémiai tulajdonságai, valamint ezek vizsgálata.

Fehér cementnek minősül bármely MSZ EN 197-1:2011 szerinti cementfajta, amely felületi színének – a CIE 1931 alapján a **fehérség mérőszámaként** meghatározott – Y színösszetevője az MSZ 4737-2:2013 szabvány melléklete szerint vizsgálva nagyobb, mint 67 százalék.

A fehér cementek besorolása az Y színösszetevő alapján

Fehérségi fokozat	Y színösszetevő (%) CIE 1931
F I	≥ 80
F II	≥ 75 és < 80
F III	≥ 67 és < 75

A fehérségmérés során az adott nyomóerővel tömörített porminta sík felületéről visszaverődő fény fehér színösszetevőjét kell Zeiss leukométerrel meghatározni és ismert fehérségű barit ($BaSO_4$) etalonmintához viszonyítani.

A fehér cement színét attól kapja, hogy színező fémvegyületeket (vas és mangán) nem, vagy korlátozott (általában 0,6 tömeg%-nál kisebb) mértékben tartalmaz.

Magyarországon a II. világháború előtt a bélapátfalvi cementgyárban mészkő, kaolin vagy liparit, homok, folypát és klórkalcium felhasználásával gyártották az *„üstökös fehér”* néven forgalmazott fehér cementet.

A fehér cement szabványos megnevezése

A cement MSZ EN 197-1:2011 szerinti szabványos megnevezése, kiegészítve a fehér szóval, valamint a fehérségi fokozatra utaló jelöléssel. Például:

Az MSZ 4737-2 szabvány szerint F I fehérségi fokozatba tartozó, az MSZ EN 197-1:2011 szerinti CEM I cementfajta követelményeit kielégítő, nagy kezdőszilárdságú, 42,5 szilárdsági osztályú portlandcement megnevezése:

Fehér portlandcement MSZ 4737-2 — CEM 42,5 R F I

Fehér cement

tr./BC I. fokozatú fehérséggel

Műszaki paraméterek

PTN-R 72 2132 szerint és az elért tényleges adatok:

	PTN-R 72 2132	*tényleges értékek*
Izzítási veszteség	max. 5 %	2,5 – 4,0 %
Oldhatatlan maradék:	max. 5 %	0,5 – 1,5 %
SO_3-tartalom:	max. 4 %	2,0 – 2,4 %
Cl-tartalom:	max. 0,1 %	< 0,1 %
Térfogatállóság:	max. 10 mm	< 3 mm
Kötéskezdet:	min. 45 perc	90 – 140 perc
Nyomószilárdság:		
2 napos	min. 20,0 $N.mm^{-2}$	26 – 28 $N.mm^{-2}$
28 napos	min. 52,5 $N.mm^{-2}$	55 – 58 $N.mm^{-2}$
Fehérség (R_y):	min. 80 %	82 – 85 %

A fehér cement megfelel a DIN 1164, MSZ 4702-2/1997 szerint a CEM I 52,5-re vonatkozó követelményeknek. A cement minőségét az LGA-Norinberg (SRN) ellenőrzi.

A fehér cementet egyszerű és vasalt fehér betonok, előregyártott betonelemek, terasz-járócsempék, fehér vakolatkeverékek valamint színes cementek gyártásához használják. Felhasználható portlandcementtel és trasz-portlandcementtel együtt szendvicsbetonok készítéséhez.

A fehér cement bedolgozása során az alábbi alapelvek betartását javasoljuk:

- *A keverők, szállítóeszközök valamint a szerszámok, amelyek a friss cementtel érintkezésbe kerülhetnek, legyenek teljesen tiszták, rozsdától, lerakódásoktól, kenőanyagoktól és hasonló szennyeződésektől mentesek.*
- *Ugyancsak tisztának kell lenniük a zsaluzatoknak és beton-formáknak. Ezeket ki kell fúvatni és pormentessé kell tenni. Zsaluzóeszközök alkalmazása esetén ezeket egalizálni kell és meg kell akadályozni az elfolyások és a (durva részek) vastag rétegek keletkezését. Csak színtelen kizsaluzó-szereket szabad használni.*
- *A fehér beton készítéséhez használt kavicsnak fehér színűnek kell lennie, különösen a 0 –2 mm frakció esetén. Poros, agyagos és színes részeket nem szabad tartalmaznia. A kvarchomok ne tartalmazzon vasoxidot. Maximálisan 8/15-ös szemcse-frakció alkalmazása ajánlott.*
- *1 m^3 betonhoz a CEM I 52,5 adagolása nem lehet kevesebb 350-400 kg-nál.*
- *A fehér betont kizsaluzása után kezdetben csak tiszta vízzel szabad kezelni.*
- *Fehér beton esetében az acél-betétek fedettsége legalább 3 cm legyen. A vasalás minden kinyúló részét el kell szigetelni, a rozsda keletkezésének megakadályozása céljából.*
- *A megszilárdult betont bevonattal vagy nem színező szerrel lehet hidrofóbizálni (víztaszítóvá tenni).*
- *A fehér betonhoz lehet plasztifikáló, porozitást növelő és lassító szereket alkalmazni, de feltétele, hogy színező hatást ne fejtsen ki. Fehérítő anyagként lehet alkalmazni titán-fehéret (TiO_2) 1 %-ig a cement tömegé vonatkoztatva. Cinkfehér (ZnO) alkalmazását nem javasoljuk.*

Kiszállítás:

A fehér cementet akár ömlesztve (tartály-gépkocsival, vasúti tartály-kocsikban), vagy 25 illetve 50 kg-os szelepes papírzsákokba csomagolva, közvetlenül a szállítóeszközre rakva lehet kiszállítani. A csomagolt cementet kívánság esetén palettára rakva, zsugorfóliába burkolva is ki tudjuk adni. A CEM I 52,5 kiadása 5 kg-os csomagolásban is lehetséges.

"HIROCEM"

Főbb cement féleségek:

- homogén portlandcement,
- heterogén portlandcement és cement (ezen belül a szulfátálló portlandcement és cement),
- fehér cement,
- aluminátcement,
- bauxitcement,
- duzzadó cement,
- szigmacement,
- kishőfejlesztésű cement,
- egyéb különleges cementek.

(*Palotás László*: Mérnöki szerkezetek anyagtana 2. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.)

A cement kiválasztásánál nem elegendő a beton 28 napos nyomószilárdságra előírt értékét figyelembe venni.

A beton tervezéséhez és készítéséhez azok a cementfajták használhatók fel, amelyekre rendelkezésre állnak az 1 évnél nem régebbi 2, 28 és 90 napos Abrams-féle betonszilárdság-becslő függvények. Ezeket a betonszilárdság-becslő függvényeket a víz-cement tényező v/c = 0,35 - 1,00 közötti tartományában készített betonkeverékeken kell vizsgálni.

Továbbá rendelkezésre kell állnia a beton-nyomószilárdsági adatok mellett a lassú alakváltozásra, azaz a legalább 180 napos zsugorodásra (külön száradási és autogén) és a legalább 180 napos kúszásra vonatkozó vizsgálati eredményeknek.

Az alkalmazandó cement kiválasztásánál fentieken kívül a következőket is figyelembe kell venni:

- **a készítendő szerkezet technológiáját (pl. feszített szerkezet);**
- **a szerkezet környezeti osztályát;**
- **a szerkezet készítése során és közvetlenül utána várható környezeti körülményeket (pl. évszak, hőmérséklet, koptatás, fagyás és sózás várható időpontja);**
- **a szerkezet méreteit (hőfejlődés);**
- **a szerkezet utókezelési lehetőségeit (minél nagyobb a kiegészítőanyag-tartalom, annál hosszabb utókezelés szükséges).**

Az MSZ 4798:2016 betonszabvány F1. és a NAD F1. környezeti osztály táblázataiban szereplő értékek azon a feltételezésen alapulnak, hogy a szerkezet tervezett élettartama 50 év.

A legkisebb szilárdsági osztályok a víz/cement tényező és a CEM 32,5 szilárdsági osztályú cementekkel készített betonok szilárdsági osztályai közötti összefüggésből származnak.

Ha CEM 42,5 vagy CEM 52,5 jelű cementtel készül a beton, az F1. és NAD F1. táblázat értékeit akkor is alkalmazni kell, és akkor sem szabad a víz/cement tényezőt az F1. és NAD F1. táblázatban megengedett érték fölé emelni.

Ha a megengedett legnagyobb víz-cement tényező a megengedett legkisebb cementtartalom esetén a szükséges konzisztencia beállításához nem elegendő, akkor a konzisztenciát — a szóban forgó táblázatokban előírt víz-cement tényező betartása mellett — képlékenyítő vagy folyósító adalékszerrel, vagy kisebb vízigényű adalékanyag felhasználásával kell megfelelővé tenni.

A következő két oldalon ajánlás található a cementek környezeti osztályok szerinti alkalmazására az MSZ 4798:2016 betonszabványból

Jelmagyarázat:

2 - javasolt
1 – alkalmazható
0 - nem javasolt

Cement fajta MSZ EN 197-1 MSZ 4737-1		E szabvány szerinti környezeti osztály													
		XN(H) X0b(H) X0v(H)	XC1 XC2	XC3	XC4	XD1 XS1 XD2 XS2 XD3 XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XF2(H)	XF3(H)	XF4(H)	XV1(H)	XV2(H) XV3(H)
CEM	m0 m1 m2					m10									m11
I 32,5 N-LH	m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
I 42,5 N	m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
I 42,5 N-SR 0	m3 m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
I 42,5 R	m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
I 52,5 N	m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
I 52,5 N-SR 0	m3 m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
I 52,5 R	m4 m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
II/A-S 42,5 N	m5 m9 m19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/A-S 42,5 R	m5 m9 m19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/B-S 42,5 N	m5 m6 m9 m19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/A-LL 42,5 N	m7 m19	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/A-LL 42,5 R	m7 m19	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/B-M (S-V) 42,5 N	m5 m9 m19	2	2	2	2	1	1	1 m12	1 m12	1 m12	1	1	1	2	2
II/B-M (S-LL) 32,5 N	m7 m19	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
II/B-M (S-LL) 32,5 R	m7 m19	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
II/B-M (S-LL) 42,5 N	m7 m19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/A-M (V-LL) 42,5 N	m7 m19	2	2	2	2	0	1	1 m12	1 m12	1 m12	1	1	1	2	2
II/B-M (V-LL) 32,5 N	m7 m19	2	2	2	2	0	1	1 m12	1 m12	1 m12	1	1	1	2	2
II/B-M (V-LL) 32,5 R	m7 m19	2	2	2	2	0	1	1 m12	1 m12	1 m12	1	1	1	2	2
III/A 32,5 N-MSR	m8 m9	2	2	2	2	2	2	2	2	1 m13	2	2	2	2	2
III/A 32,5 R-MSR	m8 m9	2	2	2	2	2	2	2	2	1 m13	2	2	2	2	2
III/B 32,5 N-SR	m8 m9	2	2	2	2	2	2	1 m13	1 m13	1 m13	2	2	2	2	2

Cement fajta MSZ EN 197-1 MSZ 4737-1	E szabvány szerinti környezeti osztály													
	XA1		XA2		XA3		XA4(H)		XA5(H)		XA6(H)		XK1(H)	XK2(H) XK3(H) XK4(H)
	Duzza-dás	Oldó-dás	Duzza-dás	Oldó-dás	Duzza-dás	Oldó-dás	Duzza-dás	Oldó-dás	Duzza-dás	Oldó-dás	Duzza-dás	Oldó-dás		
I 32,5 N-LH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
I 42,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
I 42,5 N-SR 0	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
I 42,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
I 52,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
I 52,5 N-SR 0	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
I 52,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
II/A-S 42,5 N	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2
II/A-S 42,5 R	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2
II/B-S 42,5 N	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2
II/A-LL 42,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
II/A-LL 42,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
II/B-M (S-V) 42,5 N	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
II/B-M (S-LL) 32,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II/B-M (S-LL) 32,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II/B-M (S-LL) 42,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
II/A-M (V-LL) 42,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
II/B-M (V-LL) 32,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II/B-M (V-LL) 32,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III/A 32,5 N-MSR	2	2	1	2	0	2	2	2	1	1	0	0	1	1
III/A 32,5 R-MSR	2	2	1	2	0	2	2	2	1	1	0	0	1	1
III/B 32,5 N-SR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1

Cementek és kiegészítőanyagok alkalmazása kémiai korrózióveszély esetén

A táblázatot az Olvasó, – ha egyetért a tartalmával – saját felelősségére alkalmazhatja.

Környezeti osztály	Meghatározó agresszív hatóanyag	Környezeti hatás következménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
				megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA1	Szulfátok	Beton	duzzadás	CEM I-SR 0, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5, CEM II/A-S-MSR, CEM II/A-V-MSR, CEM III/A-MSR, CEM I + 30% V	CEM I + 20% V, CEM IV/B-SR	CEM I, ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR
XA1	Savak	Beton	oldódás	CEM II/B-S + 5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/B	CEM II/A-S + 11% Mk, CEM II/A-S + 11% D, CEM II/A-V + 11% Mk, CEM II/A-V + 11% D, CEM III/A	CEM II/B-S, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XA2	Szulfátok	Beton	duzzadás	CEM I-SR 0, CEM III/B-SR	CEM I-SR 3, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR	CEM I-SR 5, CEM II/A-S-MSR, CEM II/A-V-MSR, CEM III/A-MSR, CEM I + 30% V	CEM I, ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR
XA2	Savak	Beton	oldódás	CEM III/B, CEM III/C	CEM II/B-S +5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM II/A-S + 11% Mk, CEM II/A-S + 11% D, CEM II/A-V + 11% Mk, CEM II/A-V + 11% D	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XA3	Szulfátok	Beton	duzzadás	CEM III/C-SR	CEM I-SR 0, CEM III/B-SR	CEM I-SR 3, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR	CEM I, ha nem SR; CEM II, ha nem MSR
XA3	Savak	Beton	oldódás	CEM III/C	CEM III/B	CEM II/B-S +5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XA4(H)	Szulfátok és savak	Beton	duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 18% Mk, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II/A-S-MSR + 11% Mk, CEM II/A-S-MSR + 11% D, CEM II/A-V-MSR + 11% Mk, CEM II/A-V-MSR + 11% D, CEM III/A-MSR	CEM I-SR 5 + 20% V, CEM IV/B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA5(H)	Szulfátok és savak	Beton	duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 3 + 18% Mk, CEM I-SR 3 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 5 + 18% Mk, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II/A-S-MSR + 11% Mk, CEM II/A-S-MSR + 11% D, CEM II/A-V-MSR + 11% Mk, CEM II/A-V-MSR + 11% D, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA5(H)	Savak	Beton	oldódás	CEM III/C és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B	CEM I, CEM II, CEM III/A
XA6(H)	Szulfátok és savak	Beton	duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 3 + 18% Mk, CEM I-SR 3 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I, ha nem SR 0 és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XD1	Kloridok	Acélbetét	lyukkorrózió	CEM III/B	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V), CEM II/B-S + 11% D, CEM III/A	CEM II/B-S	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD2	Kloridok	Acélbetét	lyukkorrózió	CEM III/B	CEM II/B-V+ 11% D	CEM III/A	CEM I, CEM II/A, CEM II/B kiegészítőanyag nélkül, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD3	Kloridok	Acélbetét	lyukkorrózió	CEM III/B	CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD1	Kloridok és szulfátok	Acélbetét és beton	lyukkorrózió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM II/B-S-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR
XD2	Kloridok és szulfátok	Acélbetét és beton	lyukkorrózió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 0 + 11% D, CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM III/B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II; CEM III/A
XD3	Kloridok és szulfátok	Acélbetét és beton	lyukkorrózió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR

A táblázatban szereplő valamennyi cement feleljen meg az MSZ EN 197-1:2011 szabvány követelményének, az MSR jelű mérsékelten szulfátálló cementek elégítsék ki az MSZ 4737-1:2013 szabvány követelményeit is.

A CEM III/A mérsékelten szulfátálló kohósalakcement jelében nem feltétlenül szerepel az MSR jel, a CEM III/B szulfátálló kohósalakcement jelében nem feltétlenül szerepel az SR jel.

A cement mellé külön adagolható kiegészítőanyag (K) e táblázatban szereplő legnagyobb mennyisége ($K_C^{\%}$) a *cementtartalomra (C) vonatkoztatott* megengedett legnagyobb kiegészítőanyag adagolási érték ($K_C^{\%} = 100 \times K/C$).
A külön adagolható kiegészítőanyag-tartalomnak a *kötőanyag-tartalomra (C+K) vonatkoztatott* %-os értéke: $K_{(C+K)}^{\%} = 100 \times K_C/(K_C + 1)$ összefüggéssel határozható meg.

Kiegészítőanyagok jelölése: D = Szilikapor LL = Mészkőliszt Mk = „A" típusú metakaolin S = Granulált kohósalak V = Savanyú pernye

Kausay, 2016. augusztus

Cementek és kiegészítőanyagok alkalmazása kémiai korrózióveszély esetén

A táblázatot az Olvasó, – ha egyetért a tartalmával – saját felelősségére alkalmazhatja.

Környezeti osztály	Meghatározó agresszív hatóanyag	Környezeti hatás következménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
				megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA1	Szulfátok	Beton	duzzadás	CEM I-SR 0, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5, CEM II/A-S-MSR, CEM II/A-V-MSR, CEM III/A-MSR, CEM I + 30% V	CEM I + 20% V, CEM IV/B-SR	[illegible] I, ha nem SR, ill. kiegészítőanyag [illegible]élkül; CEM II, ha nem MSR
	Savak	Beton	oldódás	CEM II/B-S + 5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/B	CEM II/A-S + 11% Mk, CEM II/A-S + 11% D, CEM II/A-V + 11% Mk, CEM II/A-V + 11% D, CEM III/A	CEM II/B-S, CEM II/B-V [illegible], CEM II/B-[illegible]	[illegible]; CEM II kiegészítőanyag nélkül; [illegible] II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XA2	Szulfátok	Beton	duzzadás	CEM I-SR 0, CEM III/B-SR	CEM I-SR 3, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR	CEM I-SR 5, [illegible] CEM II/A-V[illegible]	[illegible] SR, ill. kiegészítőanyag [illegible]M II, ha nem MSR
	Savak	Beton	oldódás	CEM III/B, CEM III/C	CEM II/B-S +5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM II/[illegible]	[illegible]iegészítőanyag nélkül; [illegible]M II-M (S-LL), [illegible] II-M (V-LL)
XA3	Szulfátok	Beton	duzzadás	CEM III/C-SR	CEM I-SR 0, CEM III/B-SR	[illegible]	[illegible]EM I, ha nem SR; CEM II, ha nem MSR
	Savak	Beton	oldódás	CEM III/C	CEM III/B	[illegible]	[illegible]M I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XA4(H)	Szulfátok és savak	Beton	duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 18% M[illegible] CEM II/[illegible] CE[illegible]	[illegible] V, [illegible]-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA5(H)	Szulfátok és savak	Beton	duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% [illegible] és mindegyikre megfe[illegible] bev[illegible]	[illegible]vonat	[illegible] 18% Mk, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II/A-S-MSR + 11% Mk, CEM II/A-S-MSR + 11% D, CEM II/A-V-MSR + 11% Mk, CEM II/A-V-MSR + 11% D, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA5(H)	Savak	Beton	oldódás	[illegible]	[illegible] bevonat	CEM III/B	CEM I, CEM II, CEM III/A
XA6(H)	Szulfátok és savak	Beton	duzzadás és ol[illegible]	[illegible]	[illegible]R 0 + 18% Mk, [illegible]M I-SR 0 + 11% D [illegible]indegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 3 + 18% Mk, CEM I-SR 3 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I, ha nem SR 0 és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XD1	Kloridok	[illegible]	[illegible]	[illegible]	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V), CEM II/B-S + 11% D, CEM III/A	CEM II/B-S	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]I/B	CEM II/B-V+ 11% D	CEM III/A	CEM I, CEM II/A, CEM II/B kiegészítőanyag nélkül, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	CEM III/B	CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD1	Klor[illegible] szulf[illegible]	[illegible]	[illegible]dás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM II/B-S-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR
XD2	Kloridok [illegible] szulfátok	[illegible]	[illegible]yukkorrózió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 0 + 11% D, CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM III/B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II; CEM III/A
XD3	Kloridok és szulfátok	Acél[illegible]	lyukkorrózió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR

A táblázatban szereplő valamennyi cement feleljen meg az MSZ EN 197-1:2011 szabvány követelményének, az MSR jelű mérsékelten szulfátálló cementek elégítsék ki az MSZ 4737-1:2013 szabvány követelményeit is.

A CEM III/A mérsékelten szulfátálló kohósalakcement jelében nem feltétlenül szerepel az MSR jel, a CEM III/B szulfátálló kohósalakcement jelében nem feltétlenül szerepel az SR jel.

A cement mellé külön adagolható kiegészítőanyag (K) e táblázatban szereplő legnagyobb mennyisége ($K_C^{\%}$) a *cementtartalomra (C) vonatkoztatott* megengedett legnagyobb kiegészítőanyag adagolási érték ($K_C^{\%} = 100 \times K/C$).
A külön adagolható kiegészítőanyag-tartalomnak a *kötőanyag-tartalomra (C+K) vonatkoztatott* %-os értéke: $K_{(C+K)}^{\%} = 100 \times K_C/(K_C + 1)$ összefüggéssel határozható meg.

Kiegészítőanyagok jelölése: D = Szilikapor; LL = Mészkőliszt; Mk = „A" típusú metakaolin; S = Granulált kohósalak; V = Savanyú pernye

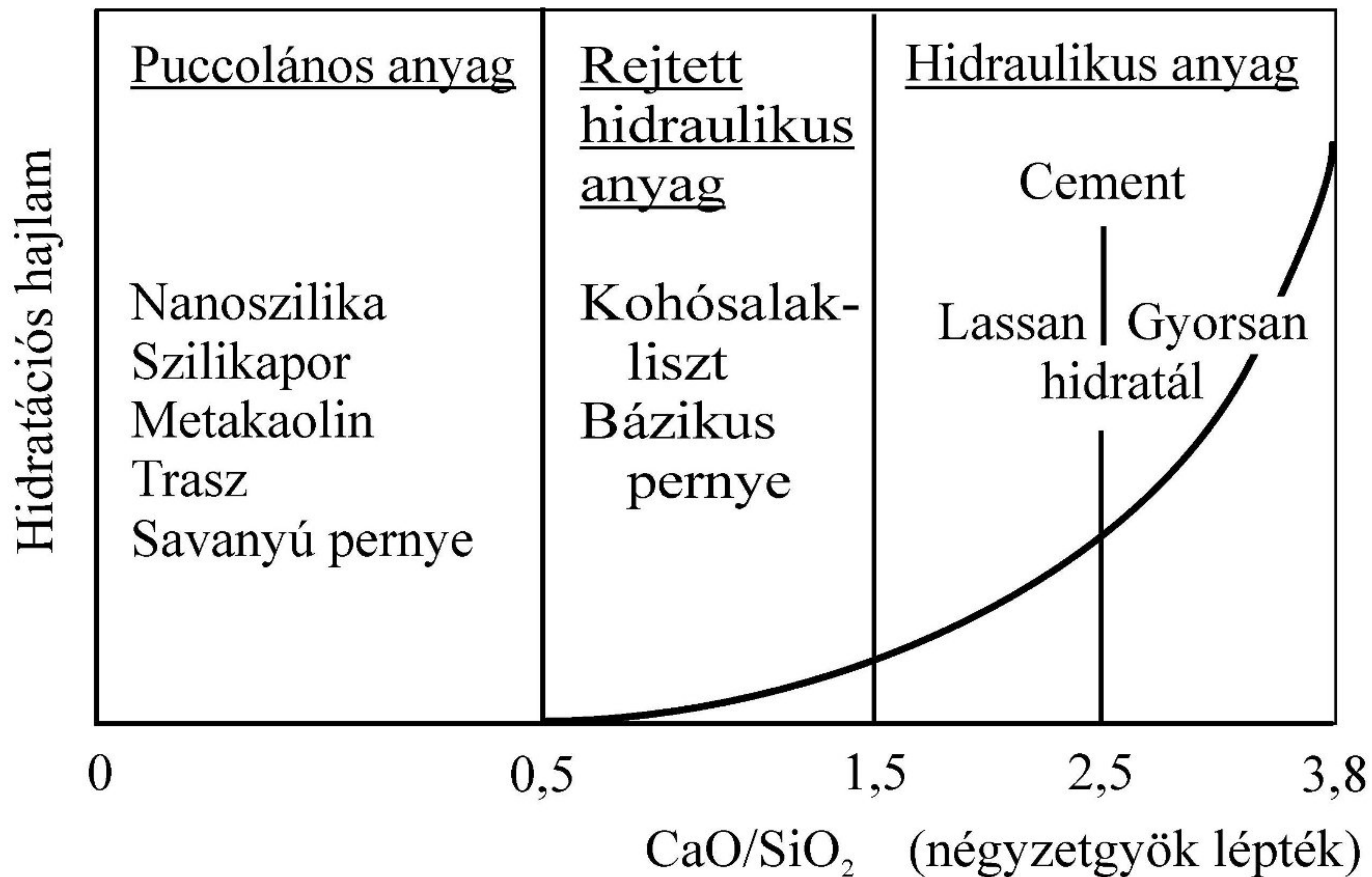
Kausay, 2016. augusztus

A cement mesterséges, szervetlen, szilárd, kémiai folyamat hatására, levegőn és víz alatt is szilárduló, ún. hidraulikus kötőanyag.

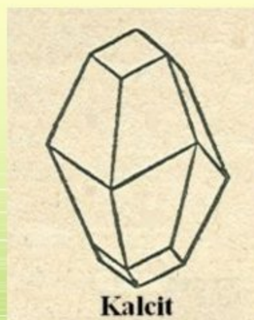
Ezzel szemben a mész és a gipsz kizárólag levegőn szilárduló, ún. nem hidraulikus kötőanyag.

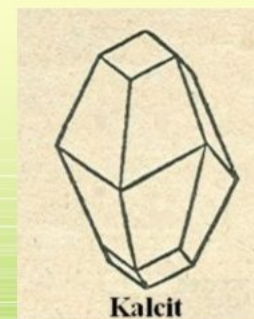
Gyengén hidraulikus tulajdonságokat mutat a hidraulikus mész, a románcement (románmész), a mészpuccolán (kőműves cement), valamint a hidraulitok, úgymint a természetes trasz, a mesterséges kohósalak, pernye, szilikapor, metakaolin.

A kohósalak általában mész nélkül is szilárdul, ezért rejtett hidraulikus kötőanyagnak tekinthető.

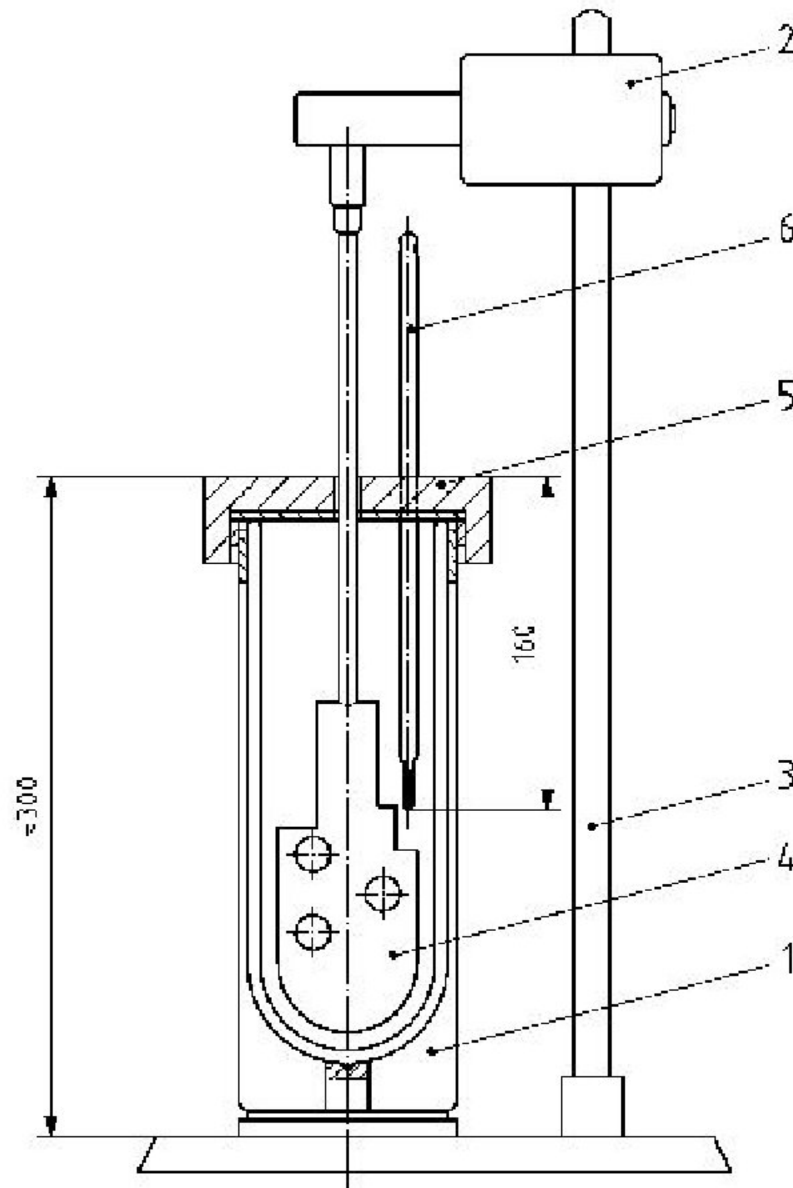

Puccolános anyag
Rejtett hidraulikus anyag
Hidraulikus anyag
Hidratációs hajlam
Cement
Nanoszilika
Szilikapor
Metakaolin
Trasz
Savanyú pernye
Kohósalak-liszt
Bázikus pernye
Lassan
Gyorsan
hidratál
0
0,5
1,5
2,5
3,8
CaO/SiO2 (négyzetgyök lépték)

MÉSZ





A rajz forrása: *dr. Vendl Aladár* egy. tanár „Geológia” című egyetemi tankönyve (1953)



Méretek mm-ben

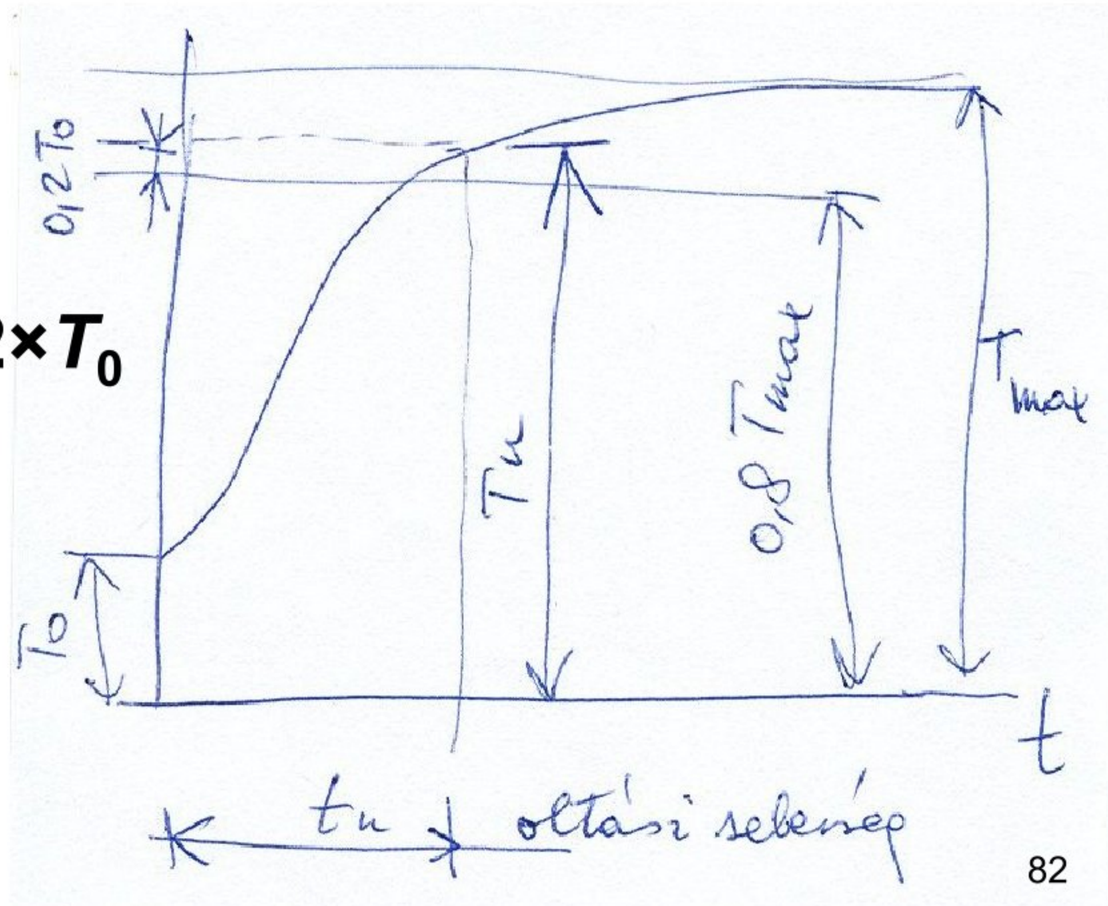
DEWAR-készülék a mész reakcióképességének (nedves oltási görbéjének) meghatározásához (MSZ EN 459-2:2011)

1. **Dewae-edény**
2. **Keverőmotor**
3. **Állvány és tartószerkezet**
4. **Keverőlapát**
5. **Műanyag fedél**
6. **Kalibrált hőmérő**

A nedves oltási görbe az idő függvényében végbemenő hőmérséklet-növekedés görbéje

Jellemzője az oltási sebesség (T_u), amely a mész beoltásához szükséges időtartam (T'_{max}) 80%-a, percben kifejezve:

$$T_u = 0{,}8 \times T'_{max} + 0{,}2 \times T_0$$



A **mész** mesterséges, szervetlen, kémiai folyamat hatására, csak levegőn szilárduló, ún. **nem hidraulikus kötőanyag**.

A **mész** az egyik legrégibb, évezredek óta használt, mesterségesen előállított kötőanyag. A hazánkban is bőségesen rendelkezésre álló ***mészkőből*** ($CaCO_3$) gyártják, amelynek (900 – 1500) °C közötti hőmérsékleten való égetésével első lépésben ***darabos égetett meszet*** (CaO) állítanak elő. A **mészégetés** hőelvonó (endoterm) folyamat, amelynek hőmennyiség igénye mintegy 425 kcal/kg (~ 1780 kJ/kg):



$$CaCO_3 + 425\ kcal/kg = CaO + CO_2$$

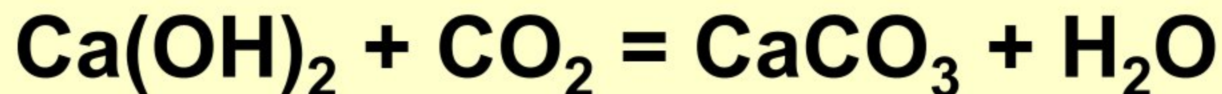
Az égetett mészből víz hozzáadásával *oltott meszet* ($Ca(OH)_2$) készítenek. A mészoltás hőfejlesztő (exoterm) folyamat, amelynek során mintegy 272 kcal/kg (~ 1140 kJ/kg) hőmennyiség keletkezik:



$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + 272\ kcal/kg$$

(Ezt a körülményt pl. gázbeton, kereskedelmi elnevezéssel pórusbeton gyártásakor jól ki lehet használni.) A mészoltás vízigénye (50 – 70) tömeg%, eredménye a *mészpép* (*oltott mész*). Ha az égetett meszet kevés vízzel (mintegy 32 tömeg%) oltják be, akkor *porrá oltott meszet*, más néven *mészhidrátot* kapnak (száraz habarcs kötőanyaga).

A mészpép és a mészhidrát lúgos kémhatású (pH > 7). Kötése és szilárdulása kémiai folyamat, a levegő szén-dioxidjának (CO_2) felvételével, víz kiválása és lúgos kémhatásának fokozatos elvesztése közben, lassan mészkővé alakul vissza (karbonátosodik):



$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

A kialakult mészkő már nem lúgos, hanem semleges (pH ~ 7) kémhatású.

Minden cement tartalmaz a cement többi oxidos összetevőjéhez nem kapcsolódó ún. szabad kalcium-hidroxidot (ásványtani neve: portlandit). Ha a beton felületi tartományában ez a szabad kalcium-hidroxid karbonátosodik, akkor a karbonátosodott részen a beton is elveszti korábbi lúgos kémhatását.

A szabad kalcium-hidroxidot nem szerencsés „szabad mésznek" nevezni, mert akkor könnyen összetéveszthető a cementben, ill. betonban ugyancsak lekötetlenül, esetenként jelen lévő aktív, szabad kalcium-oxiddal. Ez a cement káros szennyezője, mert a megszilárdult betonban vagy habarcsban beoltódva, a keletkező nagyobb térfogatú kalcium-hidroxid a betont vagy habarcsot szétrepeszti.

A mészpép és mészhidrát fő alkalmazási területe a habarcskészítés, ahol a karbonátosodás kifejezetten kedvező, szilárdság növelő, porozitás csökkentő jelenség. A cementkőben lévő szabad kalcium-hidroxid karbonátosodása beton esetén szintén hasznos körülmény, ezzel szemben vasbeton és feszített vasbeton esetén a karbonátosodás kifejezetten kedvezőtlen jelenség, mert a folyamat előrehaladtával a karbonátosodott felületi betonréteg lassan eléri az acélbetétet, és az acélbetét a lúgos környezet megszűntével korrodálni kezdhet. Ezért igen fontos a betonfedés vastagságának a vasbeton, ill. feszített vasbeton környezeti osztálya szerinti, megfelelő megválasztása.

A korrodált acélbetét lefeszíti a betonfedést.



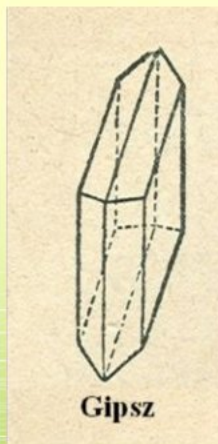
A karbonátosodás előrehaladásának ütemét vastagabb betonfedéssel és tömörebb beton készítésével lehet késleltetni.

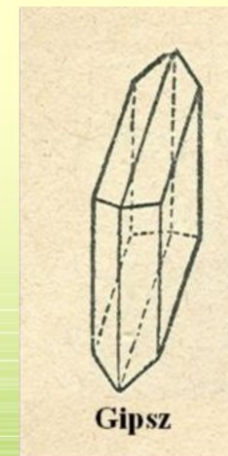
Megjegyzendő, hogy a hazai kutatások szerint (*dr. Kopecskó Katalin*, 2003.) a szilárd beton, ill. cementkő a karbonátosodott zónában nem köti meg a téli jégmentesítéshez használt, beszivárgott olvasztósó kloridionjait.

A meg nem kötött, kristályosodó klorid egyrészt repeszti a betont, másrészt nedvszívó hatásánál fogva növeli annak víztartalmát, és megtámadja a betonacélt. (Ez utóbbi miatt nem szabad vasbeton készítéshez kloridtartalmú adalékszert alkalmazni.)

Ha a klorid a betonban megkötődik, akkor *Friedel*-só ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$) keletkezik.

GIPSZ

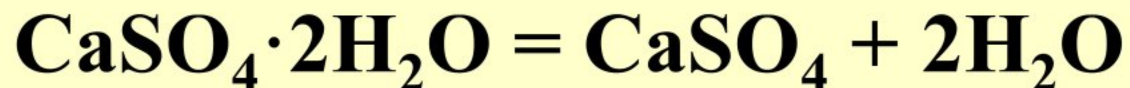




A rajz forrása: *dr. Vendl Aladár* egy. tanár „Geológia" című egyetemi tankönyve (1953)

A gipsz mesterséges, szervetlen, kémiai folyamat hatására, csak levegőn szilárduló, ún. nem hidraulikus kötőanyag.

Gipsz évezredek óta alkalmazott kötőanyag. Alapanyaga a *gipszkő* ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) vagy a *félhidrát* ($CaSO_4 \cdot ½H_2O$), amelynek mindkét változata a természetben (pl. Erdélyben) igen elterjedt üledékes kőzet. Az *anhidritet*, másképp az *égetett gipszet* ($CaSO_4$) a gipszkőből — kiűzve belőle a szerkezetileg kötött kristályvíz egészét — 180 °C feletti hőmérsékleten való hevítéssel állítják elő:



$$CaSO_4 \cdot 2H_2O = CaSO_4 + 2H_2O$$

Ha (60 – 180) °C közötti hőmérsékleten való hevítéssel a gipszkő kristályvízének csak egy részét, rendesen háromnegyedét távolítják el, akkor *félhidrát* ($CaSO_4 \cdot ½H_2O$) keletkezik, amelyet *stukkógipsznek* is neveznek:



$$CaSO_4 \cdot 2H_2O = CaSO_4 \cdot ½H_2O + {}^{3}/_{2}H_2O$$

A porrá őrölt *anhidrit* vagy *félhidrát* a tulajdonképpeni *gipsz* (*őrölt égetett anhidrit* vagy *félhidrát*).

A *gipszet* vízzel összekeverve, levegőn visszaalakul szilárd *gipszkővé*. A *gipszkő*, a *félhidrát,* az *anhidrit* vízben gyengén oldódó anyag, ezért külső térben óvatosan kell alkalmazni.

A *gipszet* (*félhidrátot = stukkógipszet*) elsősorban simításra, kiegyenlítésre, továbbá térhatároló szerkezetek, burkolatok, tűzvédelmi lemezek (összefoglaló néven „szárazépítés” céljára), valamint díszítő elemek készítésére (épületszobrászat céljára) használják.

Az *esztrichgipszet* (*padozatgipszet*) (700 – 1000) °C közötti hőmérsékleten állítják elő, és porrá őrölik. Vízzel keverve megköt, sokkal keményebb és ellenállóbb lesz, mint a *„stukkógipsz”*; gipszesztrich padlóbevonatok készítésére alkalmas.

Az *alabástrom* (az egyiptomi Alabastron város neve után) szemcsés szerkezetű gipszkő, amelyet szobrászati és díszítőipari célra használnak, főként ha kevés kovasavat is tartalmaz; az ilyen *kemény alabástrom* jól fényezhető.

A gipsz betontechnológiailag fontos alkalmazása, hogy a cementnek mellékalkotórésze (MSZ EN 197-1:2000). Mintegy 3 tömeg%-ban (legfeljebb 5 tömeg%-ban), gipszkő, anhidrit vagy félhidrát alakjában adagolják a cementklinkerhez és együtt őrlik azzal.

A gipsznek a *cementben (betonban)* kötésszabályozó szerepe van, hatására a cement lassabban köt. Ugyancsak kötésszabályozó szerepe miatt van szükség a gipszkőre a gázbeton (pórusbeton) gyártásánál.

Újabban az erőművi füstgázok kéndioxid-tartalmának kimosásával gyártanak gipszet (*REA-gipsz*), elsősorban cementgyári felhasználás céljára. Az erőművi füstgáz-mosótoronyban a füstgázba vizes mészkő-szuszpenziót permeteznek, amely kalciumszulfát alakjában megköti a kéndioxid-gázt.

A környezetkímélő eljárás nem csak az erőművi légszennyezést csökkenti, hanem a felfogott kéndioxid újrahasznosításával a szegényes gipszkő ásványvagyonunkkal (Alsótelekes) való takarékoskodást is lehetővé teszi.

Gyengén hidraulikus kötőanyagok

Hidraulikus mész

A hidraulikus meszet zsugorodási hőmérséklet alatt, kb. 900 °C hőmérsékleten márgás mészkőből (8-10 tömeg% agyagtartalom), vagy mészmárgából (10-20 tömeg% agyagtartalom) égetik.

Az égetés során vízmentes kalcium-szilikát és kalcium-aluminát vegyületek is keletkeznek, és ezek teszik a terméket gyengébb vagy erősebb mértékben hidraulikussá (vízállóvá).

Porrá oltott állapotban, vagy oltatlanul porrá őrölve hozzák forgalomba.

Románcement (románmész)

20 tömeg%-nál nagyobb agyagtartalmú márgából zsugorodást el nem érő hőmérsékleten (kb. 900 °C) égetik. Porrá őrölve és vízzel keverve gyorsan köt és víz alatt is szilárdul.

Mészpuccolán, amelyet kőműves cementnek is neveznek

Alapanyaga porrá oltott fehérmész vagy darabos égetett mész és természetes savanyú hidraulikus kiegészítőanyag (riolittufa, trasz, kovaföld, habkő, stb.).

Betonkészítésre nem alkalmas!

Hidraulitok, hidraulikus kiegészítőanyagok

Trasz, kohósalak, pernye

Hidraulitnak (hidraulikus kiegészítőanyagnak) az olyan természetes vagy mesterséges kötőanyagot nevezzük, amelyek lisztfinomságúra őrölve és vízzel keverve önmagában nem kötőképes, de gerjesztővel (égetett mészporral, oltott mésszel, cementtel) és vízzel keverve – a gerjesztő anyagtól függően – levegőn, vagy víz alatt is kötni és szilárdulni képes. Ezt a tulajdonságot puccolános tulajdonságnak nevezzük.

A hidraulitokat e tulajdonságuk folytán alkalmazzák a heterogén portlandcementek és cementek főalkotórészeként.

A hidraulitok általában savas jellegűek.

Trasz

A trasz (más néven puccolán) a természetes eredetű vulkáni törmelékes kőzet, a tufa finom őrleménye, amely puccolános tulajdonsága folytán hidraulitnak (hidraulikus kiegészítőanyagnak) minősül. (Trass holland szó, ragasztóanyagot jelent.)

A traszt e tulajdonsága folytán alkalmazzák a traszportlandcementek főalkotórészeként.

Hazánkban tufák Bodrogkeresztúr, Tar, Eger, Mád, Rátka, Sátoraljaújhely, Selyp, Szokolya, Egyházaskesző stb. környékén fordulnak elő. A tufák nevükben jelzőként a kiömlési kőzet nevét viselik: pl. riolit-, dácit-, andezit-, bazalttufa.

Kohósalak

A kohósalak általában mész nélkül is szilárdul, ezért akár hidraulikus kötőanyagnak is tekinthető.

A nyersvasat vasércből, nagyolvasztó kohóban állítják elő. A kohósalak a nyersvasgyártáskor keletkező szilikátolvadék (nyersvasgyártási melléktermék). Ha a forró, tűzfolyós kohósalak-olvadékot gyorsan hűtik le, akkor szemcsés szerkezetű, nagyrészt üveges állapotú, ún. granulált kohósalak keletkezik, amely puccolános tulajdonsága folytán hidraulitnak (hidraulikus kiegészítőanyagnak) minősül.

A granulált kohósalakot e tulajdonsága folytán alkalmazzák a kohósalakportlandcementek és kohósalak-cementek főalkotórészeként.



A forró, nyersvasgyártási szilikátolvadékot a kohósalak-hányóra öntik, ahol kihűl

A kohósalakot (nyersvasgyártási melléktermék) nem szabad összetéveszteni a Siemens-Martin (acélgyártási) salakkal, amely a Martin-eljárás szerinti acélgyártás során keletkezik, tehát acélgyártási melléktermék, az ugyanis nem időálló.

A Martin-acélsalak sokkal több szennyezőt tartalmaz, mint a kohósalak.

A Martin-acélsalakban jelen lévő szabad magnézium-oxid (periklász) a nedvesség (a levegő páratartalma) hatására a betonban lassan beoltódik, és dolomit-mészhidráttá (brucittá) átalakulva térfogatát kétszeresére növeli, és a megszilárdult betont összerepeszti.

A betont a Martin-salak kéntartalma is károsíthatja.

PERNYE

A pernye, más néven porszénhamu, a széntüzelésű erőművek füstgázaiból kiszűrt szállópor, amely puccolános tulajdonsága folytán hidraulitnak (hidraulikus kiegészítőanyagnak) minősül.

A pernyét (Magyarországon a savanyú jellegű pernyét) e tulajdonsága folytán alkalmazzák a pernyeportlandcementek főalkotórészeként.

A pernye minősége az eltüzelt szén minőségétől (kőszén, barnaszén, lignit) és a kazánfajtától, sőt a szállópor szűrési technológiától is függ. Az utóbbi időkben a környezetvédelmi szempontok szerint tökéletesített füstgázszűrés eredményeképpen a pernyék károsanyagtartalma jelentősen megnőtt.

Az MSZ EN 450-1:2013 szabvány a betonhoz „kiegészítőanyagként” használt pernye fizikai és kémiai tulajdonságait tárgyalja, de nem tárgyalja a cementek főalkotórészeként alkalmazott pernyék tulajdonságait.

A pernye „kiegészítőanyag” betonhoz adható annak érdekében, hogy a beton bizonyos tulajdonságait megjavítsa vagy különleges tulajdonságokat eredményezzen (lásd az MSZ EN 206:2014, illetve MSZ 4798:2016 szabványokat).

Az MSZ EN 450:1997 szabvány írja a beton-kiegészítőanyagként használható pernyéről:

„Porszén tüzeléséből származó, főleg gömbölyű, üveges szemcséjű finom por, amelynek puccolános tulajdonságai vannak és lényegében $Si0_2$-ból, Al_20_3-ból áll, a reakcióképes $Si0_2$ tartalma – az MSZ EN 197-1:2000 szerint meghatározva – legalább 25 tömeg%.

A pernyét a porított antracitot vagy kőszenet elégető kemencék füstgázában lévő porszerű szemekből nyerik elektrosztatikus vagy mechanikai leválasztással.

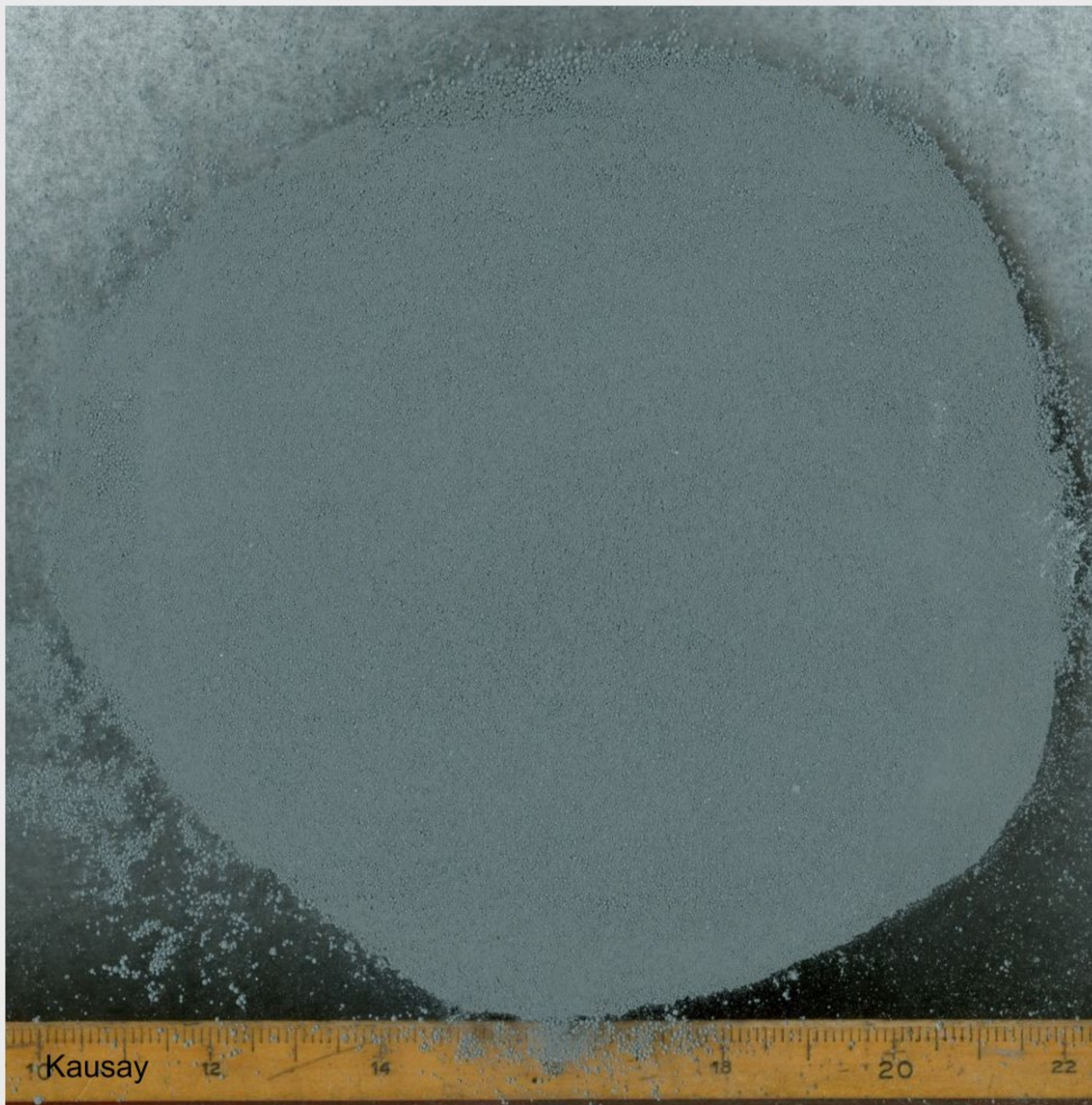
MEGJEGYZÉS: A barnaszén elégetésével nyert pernyét nemzeti alapon el lehet fogadni, feltéve, hogy teljes Ca0 tartalma 10 tömeg%-nál kevesebb és a szabvány minden egyéb követelményének megfelel”.

Magyarországon 1963-1998 között működött a kazincbarcikai gázbetongyár, amely lényegében lengyel technológiával a kazincbarcikai erőmű pernyéjéből és őrölt égetett mészből stb., alumíniumpasztával állított elő autoklávolással szürke színű gázbeton kézi falazóelemeket.



Pernyemintavétel a kazincbarcikai erőmű meddőhányóján, 1995.

SZILIKAPOR



Szilikapor

Beton adalékszerek
Habarcs adalékszerek
Építési segédanyagok
Különleges szárazhabarcsok



Műszaki termékismertető
Cikkszám: 11016

STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor

Kiegészítő anyag habarcshoz és betonhoz

Felhasználási terület:	**A STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor nagy finomságú, puccolános kiegészítő anyag, amely tömör és tartós betonok és habarcsok előállításához használható.** **A STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor különösen alkalmas:** • **nagyszilárdságú és tartós,** • **agresszív hatásoknak ellenálló,** • **erősen vízzáró betonokhoz és habarcsokhoz, továbbá** • **nagy teljesítőképességű lövellt betonokhoz, amelyekkel szemben olyan követelményeket támasztanak, mint a nagy tömörség, a nagy rétegvastagság és a visszahullás minimalizálása.**
Tulajdonságok, hatás:	**A STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor:** • **tömörítetlen por alakú, nem kristályos szerkezetű (amorf), nagy finomságú mikroszilika (kovasavliszt), amely** • **térkitöltő szerepet tölt be a cementszemcsék között,** • **részt vesz a kötésben is (puccolán reakció), továbbá** • **erősíti a cementszemcsék és az adalékanyag közötti kapcsolatot.** **Mindezek a tulajdonságok a habarcsban és a betonban:** • **csökkentik a vérzést,** • **javítják a kötést a cementkő mátrix és az adalékanyag között,** • **növelik a szilárdságot és csökkentik a kopást,** • **a cement alkotórészeivel létrejövő reakció következtében csökkentik a porozitást,** • **lövellt betonoknál csökkentik a visszahullást,** • **földnedves betonoknál javítják a zöldszilárdságot,** • **csökkentik a kivirágzási hajlamot,** • **növelik a beton fagyolvasztó sókkal szembeni ellenálló képességét,** • **javítják a beton kémiai ellenálló képességét.**
Adagolás: Kausay	**A kívánt hatás mértéke és a kiindulási keverék függvényében 50 – 100 g cement kilogrammonként, azaz kb. 5 – 10 % a cement tömegére vonatkoztatva. Legnagyobb megengedett adagolási mennyiség 100 g cement kilogrammonként.**

Felhasználási terület:	**A STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor nagy finomságú, puccolános kiegészítő anyag, amely tömör és tartós betonok és habarcsok előállításához használható.** **A STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor különösen alkalmas:** • **nagyszilárdságú és tartós,** • **agresszív hatásoknak ellenálló,** • **erősen vízzáró betonokhoz és habarcsokhoz, továbbá** • **nagy teljesítőképességű lövellt betonokhoz, amelyekkel szemben olyan követelményeket támasztanak, mint a nagy tömörség, a nagy rétegvastagság és a visszahullás minimalizálása.**
Tulajdonságok, hatás:	**A STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor:** • **tömörítetlen por alakú, nem kristályos szerkezetű (amorf), nagy finomságú mikroszilika (kovasavliszt), amely** • **térkitöltő szerepet tölt be a cementszemcsék között,** • **részt vesz a kötésben is (puccolán reakció), továbbá** • **erősíti a cementszemcsék és az adalékanyag közötti kapcsolatot.** **Mindezek a tulajdonságok a habarcsban és a betonban:** • **csökkentik a vérzést,** • **javítják a kötést a cementkő mátrix és az adalékanyag között,** • **növelik a szilárdságot és csökkentik a kopást,** • **a cement alkotórészeivel létrejövő reakció következtében csökkentik a porozitást,** • **lövellt betonoknál csökkentik a visszahullást,** • **földnedves betonoknál javítják a zöldszilárdságot,** • **csökkentik a kivirágzási hajlamot,** • **növelik a beton fagyolvasztó sókkal szembeni ellenálló képességét,** • **javítják a beton kémiai ellenálló képességét.**
Adagolás:	**A kívánt hatás mértéke és a kiindulási keverék függvényében 50 – 100 g cement kilogrammonként, azaz kb. 5 – 10 % a cement tömegére vonatkoztatva. Legnagyobb megengedett adagolási mennyiség 100 g cement kilogrammonként.**

Kausay



Beton adalékszerek
Habarcs adalékszerek
Építési segédanyagok
Különleges szárazhabarcsok



Tárolás, szavatosság:

- Fagytól, erősebb napsugárzástól és szennyeződésektől óvni kell.
- Szárazon kell tárolni, mint a cementet.
- Ömlesztett szállításnál tiszta tartályt, tárolót kell használni.
- Eltartható zárt csomagolásban legalább 1 évig.

Kiszerelés:

Papírzsák: 20 kg bruttó=nettó
Euro raklap: 600 kg nettó zsugorfóliázva (30 db zsák)

Gyártja

Sika Addiment GmbH
D-69181 Leimen
Peter-Schuhmacher Straße 8.
Németország

Forgalmazza

STABIMENT HUNGÁRIA Kft.
Vác, Kőhídpart dűlő 2.
✉: H-2601 Vác, Pf.: 198.
☎: (36)-27-314-676, -314-665
✉: stabiment@elender.hu
🕮: www.stabiment.hu
☎/🖷: (36)-27-316-723



Németországban, Rudisleben mellett, a Gera folyó felett az áradás megrongálta régi híd pótlására új, 20,6 m fesztávolságú gyalogos és kerékpáros hidat építettek a következő, szilikaport (mikroszilikát) tartalmazó nagyszilárdságú finom-betonból (C70/85) és LC40/44 könnyűbetonból, előfeszített erősítő betonrudakkal.

LC40/44 jelű könnyű-adalékanyagos könnyűbeton összetétele a pályalemez készítéséhez	kg/m³
Cement CEM I 42,5 R	385
Keverővíz	160
Liapor könnyű homok 0/4 mm r_{tr} = 1,55 kg/liter Nedvességtartalom 15 M%	425,3
Liapor agyagkavics 4/8 mm, r_{tr} = 1,21 kg/liter Nedvességtartalom 1,4 M% Vízfelvétel 7 M%	492
Microsilica-Slurry Elkem 1:1	53,9
Folyósítószer FM26 Woermann	7,7
Kötéskésleltetőszer VZ32 Woermann	1,54

Betontulajdonságok			
Friss beton testsűrűsége	1,56 - 1,60		kg/dm³
Szilárd beton testsűrűsége	1,45 - 1,49		kg/dm³
		Nap	N/mm²
Nyomószilárdság Tárolás: ENV 206	A D	28 28	47,2 50,9
Hasító-húzószilárdság	C	28	3,7
Rugalmassági modulus	C	28	16500
Nyomószilárdság	C	28	48,7

A=Kocka 150 mm; B=Hasáb 160-40-40 mm; C=Henger d/h = 100/200 mm; D=Henger d/h = 150/300 mm

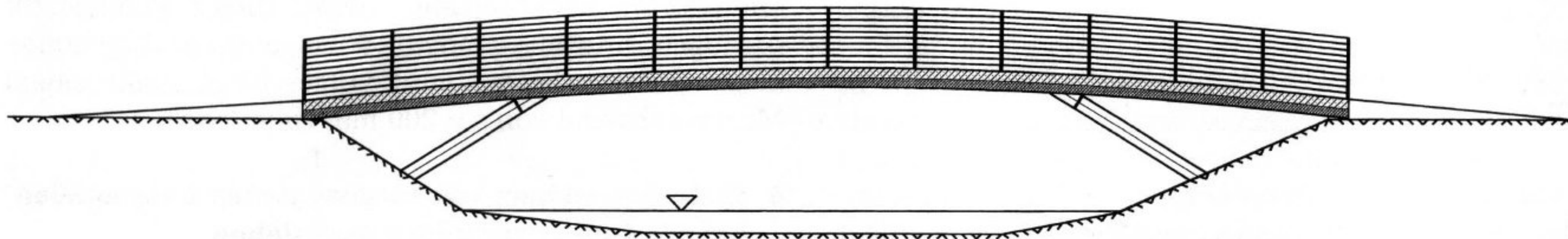
Finom-beton összetétele előfeszített betonrudak készítéséhez	
	kg/m³
Cement CEM I 52,5 R	512
Keverővíz	153,6
Homok 1-2 mm	338
Zúzottkő 2-5 mm	1638
Microsilika Elkem (Szárazrész)	51,2
Dramix acélszálerősítés OL 6/,16	40
Folyósítószer, por N	15,4

Betontulajdonságok			
		Nap	N/mm²
Nyomó-szilárdság	A	16	117,2
Nyomó-szilárdság	A	28	130,3
Nyomó-szilárdság	B	28	143,1
Nyomó-szilárdság	B	37	143,3
Hasító-húzószilárdság	C	28	15,3
Rugalmassági modulus	C	28	45655
Nyomó-szilárdság	C	28	124,2

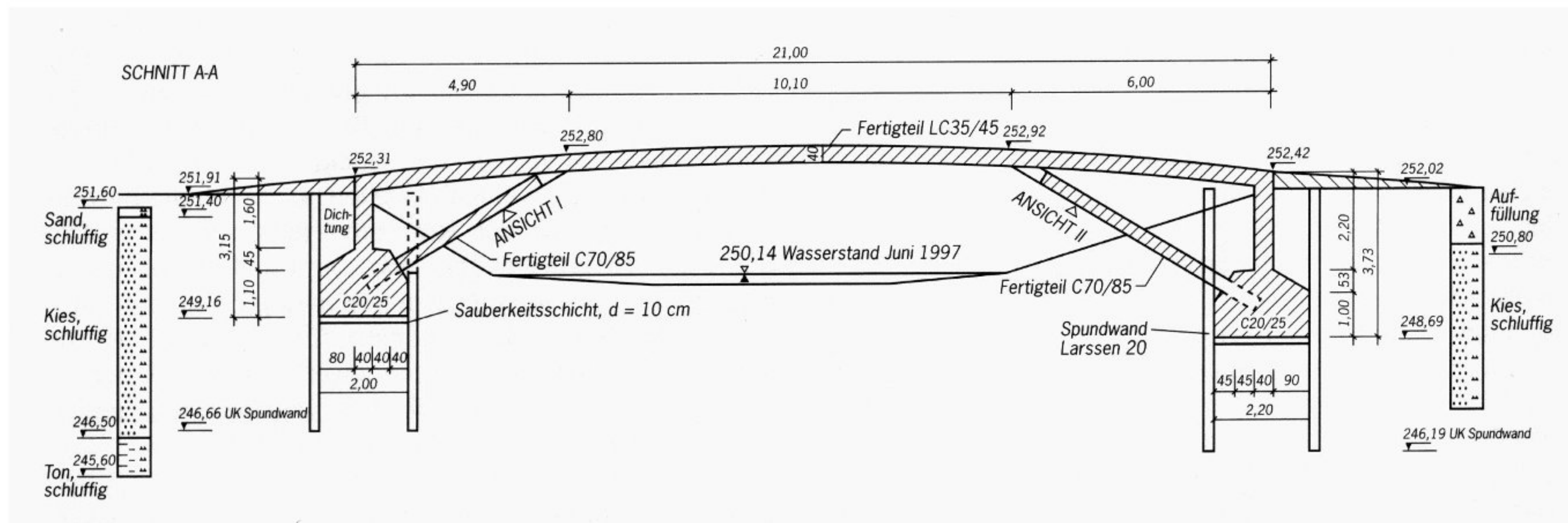
A=Kocka 100 mm; B=Hasáb 160-40-40 mm; C=Henger d/h = 113/200 mm

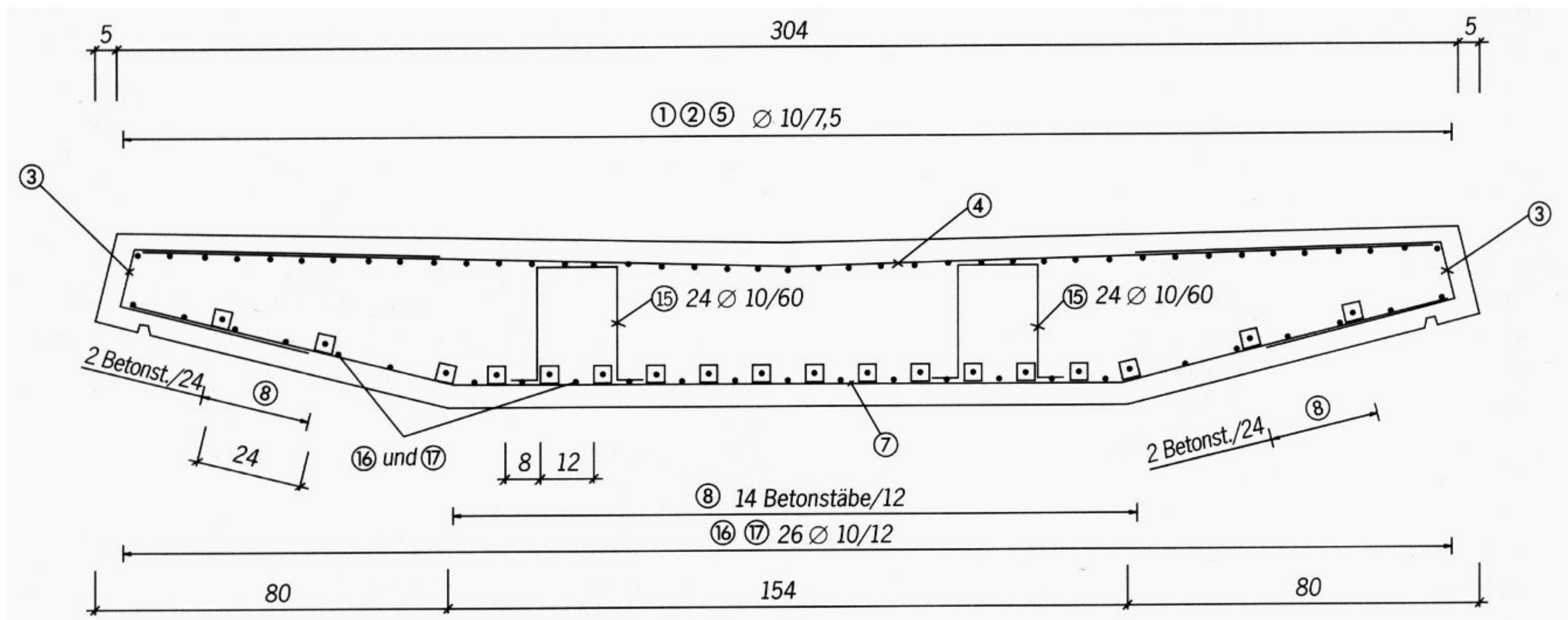
Betonösszetétel C70/85 jelű nagyszilárdságú közönséges betonhoz az ingaoszlopok készítéséhez	
	kg/m^3
Cement CEM I 52,5 R	420
Keverővíz	105
Homok 0-2 mm	683
Granodiorit zúzottkő 2-5 mm	182
Kavics 5-8 mm	385
Kavics 8-16	749
Microsilica (SF) cementre vett 16%	67,2
Folyósítószer 353 Woermann cementre vett 4%	16,8

Betontulajdonságok			
Testsűrűség		2,48	kg/dm^3
		Nap	N/mm^2
Nyomószilárdság		1	66,5
Nyomószilárdság		7	87,9
Nyomószilárdság		28	113



A rudislebeni híd nézetrajza és hosszmetszete





A rudislebeni híd keresztmetszete

Forrás:
http://aspdin.wifa.uni-leipzig.de/institut/forschung/br_rudisleben/index.htm

A cikk címe: Neubau der Brücke Rudisleben, Innovation im Stahl- und Spannbetonbau

Szerzők:

Balthasar Novák - König und Heunisch, Beratende Ingenieure, Leipzig;
Hans Schäfer - Ph. Holzmann AG, Neu-Isenburg;
Thorsten Faust - Institut für Massivbau und Baustofftechnologie, Universität Leipzig

KÖSZÖNÖM SZÉPEN A FIGYELMÜKET

3300-szoros nagyítás